

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM



PATRICK MOORE

THE PLANET
VENUS

П. МУР

ПЛАНЕТА
ВЕНЕРА

— III —

*Перевод с английского
Т.С.Хромова*

*Под редакцией
М.С.Зубова*

The Macmillan Company
NEW YORK • 1959

И з д а т е л ь с т в о
и н о с т р а н н о й л и т е р а т у р ы
М О С К В А • 1961

АННОТАЦИЯ

Книга английского астронома Патрика Мура «Планета Венера» посвящена ближайшей к Земле и, пожалуй, самой загадочной планете солнечной системы. Автор приводит легенды, связанные с Венерой, описывает телескопические наблюдения Венеры и детали, видимые на ее диске. Далее автор излагает современные представления о составе и температуре атмосферы Венеры, предполагаемой природе ее поверхности и физических условиях на ней, основанные на результатах фотометрических, спектроскопических и радиоастрономических работ. В заключение автор рассматривает проблему возможности жизни на Венере.

Книга написана в популярной форме и рассчитана на самый широкий круг читателей.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОТ РЕДАКТОРА	7
ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ	9
ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ АНГЛИЙСКОМУ ИЗДАНИЮ	10
ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ КО ВТОРОМУ АНГЛИЙСКОМУ ИЗДАНИЮ	11
ГЛАВА I. «ВЕЧЕРНЯЯ ЗВЕЗДА»	13
ГЛАВА II. МИР ВЕНЕРЫ	20
ГЛАВА III. ДВИЖЕНИЯ ВЕНЕРЫ	26
ГЛАВА IV. РАННИЕ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ	32
ГЛАВА V. ТЕМНЫЕ ОБЛАСТИ	38
ГЛАВА VI. СВЕТЛЫЕ ПЯТНА	44
ГЛАВА VII. ШАПКИ ВЕНЕРЫ	47
ГЛАВА VIII. АТМОСФЕРА ВЕНЕРЫ	54
ГЛАВА IX. ВРАЩЕНИЕ ВЕНЕРЫ	68
ГЛАВА X. «КАНАЛЫ» ВЕНЕРЫ	77
ГЛАВА XI. ПЕПЕЛЬНЫЙ СВЕТ	83
ГЛАВА XII. МНИМЫЙ СПУТНИК	90
ГЛАВА XIII. ПРОХОЖДЕНИЯ И ПОКРЫТИЯ	96
ГЛАВА XIV. ПОВЕРХНОСТЬ ВЕНЕРЫ	104
ГЛАВА XV. ЖИЗНЬ НА ВЕНЕРЕ	110
ПРИЛОЖЕНИЕ I. ДАННЫЕ О ВЕНЕРЕ	114
ПРИЛОЖЕНИЕ II. ОЦЕНКИ ПЕРИОДА ВРАЩЕНИЯ	115
ПРИЛОЖЕНИЕ III. УСЛОВИЯ ВИДИМОСТИ ВЕНЕРЫ с 1959 по 2000 г.	118
ПРИЛОЖЕНИЕ IV. СОВЕТЫ НАБЛЮДАТЕЛЮ ВЕНЕРЫ	126
ЛИТЕРАТУРА	129

ОТ РЕДАКТОРА

12 февраля 1961 г. советская автоматическая межпланетная станция была выведена на траекторию к планете Венера. Как сообщила газета «Правда» от 26 февраля 1961 г., предварительные данные показывают, что без коррекции траектории межпланетная станция должна пройти на расстоянии меньше 100 тысяч километров от центра этого небесного тела.

Венера — один из наиболее трудных для изучения объектов. Основная причина этого — плотный облачный покров, скрывающий истинную поверхность планеты от внешнего наблюдателя. Не удивительно, что до недавнего времени наши сведения о Венере были исключительно скудны. Однако в течение последних нескольких лет применение спектроскопических, радиоастрономических и некоторых других методов существенно изменило положение. В атмосфере планеты, помимо давно открытого углекислого газа, обнаружены молекулярный ионизированный азот и атомарный кислород (Н. А. Козырев), водяные пары (Росс и Ч. Мур). На сантиметровых радиоволнах зарегистрировано излучение теплового характера (Майер, Мак-Калуф и др.), принадлежащее, как полагают, самой поверхности Венеры. Интенсивность его такова, что поверхности планеты приходится приписать неожиданно высокую температуру порядка $+300^{\circ}\text{C}$. Установлено, что с увеличением освещенной Солнцем части диска планеты увеличивается и температура ее поверхности, что указывает на сравнительно большой — во всяком случае больше одних суток — период осевого вращения (А. Д. Кузьмин и А. Е. Саломонович). Снимки в ультрафиолетовых лучах выявили систему темных полос на диске, по которым, по-видимому, можно определить положение оси вращения Венеры (Койпер). Причиной пепельного света Венеры оказались полярные сияния в ее атмосфере, значительно более интенсивные, чем земные (Н. А. Козырев). Таким образом, за какие-нибудь четыре—шесть последних лет объем наших

знаний о Венере существенно увеличился, хотя и продолжает оставаться небольшим.

В самом начале этого периода, в 1956 г., вышла в свет книга Патрика Мура «Планета Венера» — первая в современной литературе попытка собрать все известные до сих пор наблюдательные и теоретические данные, относящиеся к Венере. В 1959 г. появилось второе издание книги, пересмотренное и дополненное в соответствии с появившимися новыми работами. Книга написана в форме, доступной и интересной широкому кругу читателей. К ней приложены обширная библиография с примечаниями автора, представляющая большую самостоятельную ценность (около 400 названий; ссылки на нее даны цифрами над строкой), а также таблица условий видимости Венеры вплоть до 2000 г.

Книга П. Мура представляет несомненный интерес для широких кругов советских читателей. Настоящий перевод сделан со второго английского издания. Автор любезно прислал предисловие, ряд дополнений и исправлений, которые он счел необходимым сделать в связи с исследованиями, опубликованными после 1959 г. Благодаря этому русский текст книги включает результаты исследований вплоть до конца 1960 г.

В подстрочных примечаниях нами исправлено несколько неточностей автора, пояснены отдельные астрономические термины, а также упомянуты некоторые работы советских ученых, случайно пропущенные П. Муром. Следует заметить, что в целом работы русских и советских ученых освещены автором достаточно полно.

На содержание книги известное влияние оказали личные вкусы и склонности автора. П. Мур много занимался визуальными наблюдениями планет и зарисовкой тех деталей, которые при этом удается различить на планетных дисках. Быть может, поэтому автор не всегда в достаточной мере подчеркивает первостепенное значение результатов новейших исследований. Однако все это искупается той почти исчерпывающей полнотой, с которой П. Муру удалось охватить всю совокупность когда-либо выполненных исследований Венеры.

27 февраля 1961 г.

М. С. Бобров

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Когда осенью 1960 г. я посетил Советский Союз, мне было очень приятно узнать, что моя книга должна выйти на русском языке. Я считаю это большой честью и надеюсь, что написанное мной заинтересует советских читателей. Я воспользовался предоставленной мне возможностью привести книгу в согласие с последними данными, поскольку со времени выхода в 1959 г. второго английского издания были получены новые важные результаты.

Я очень благодарен Г. С. Хромову, выполнившему перевод этой книги и оказавшему мне большое содействие во многих отношениях. Я считаю своим долгом поблагодарить проф. В. В. Шаронова, проф. Н. А. Козырева и В. А. Бронштэна за ценные для меня замечания. Мне было чрезвычайно приятно познакомиться с ними и со многими другими советскими астрономами.

Мы в Англии хорошо осведомлены о достижениях советской астрономии и надеемся, что сотрудничество между учеными наших стран будет продолжаться и в будущем.

Патрик Мур

11 ноября 1960 г.

**ПРЕДИСЛОВИЕ
К ПЕРВОМУ АНГЛИЙСКОМУ ИЗДАНИЮ**

Широкую публику, интересующуюся астрономией, привлекает главным образом планета Марс. Если мы вспомним, что Марс всегда рассматривался как возможная обитель разумной жизни, подобное предпочтение нас не удивит. Даже сейчас, когда стало ясно, что никаких «марсиан» не существует, интерес к этой планете по-прежнему сохраняется.

В то же время, увлекаясь изучением Марса, мы не должны пренебрегать другими, не менее заманчивыми для исследователя планетами. Среди них Венера заслуживает самого пристального внимания со стороны астрономов — как любителей, так и профессионалов. Мы сталкиваемся с загадочным миром, очень сходным по размерам с нашим земным, довольно близко расположенным к нам и вместе с тем практически не изученным.

Эта книга по существу родилась из лекции, прочитанной в Кембриджском университете 1 декабря 1954 г. Так как доселе Венере не была посвящена ни одна маломальски объемистая книга, я постарался восполнить этот пробел и в доступной форме подвести итог нашим знаниям об этой планете. В какой мере это удалось мне — пусть судят другие.

Патрик Мур

15 марта 1956 г.
Ист-Гринстид

**ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ
КО ВТОРОМУ АНГЛИЙСКОМУ ИЗДАНИЮ**

Благожелательный прием, оказанный этой небольшой книге, и последовавшие затем просьбы выпустить новое издание позволили мне привести книгу в согласие с последними научными данными и несколько увеличить ее объем. Со времени появления первого издания были выполнены многие важные исследования, и большую часть книги фактически пришлось написать заново. Список использованной литературы увеличился больше чем вдвое.

Первоначальный вариант книги можно было упрекнуть в том, что он состоял главным образом из исторических экскурсов и умозрительных рассуждений. Это справедливо и для второго издания, но, может быть, в несколько меньшей степени, хотя объем наших фактических сведений о Венере все еще очень ограничен. В новом издании мне представилась возможность отделить исследования, ставшие достоянием истории, от новейших, но по размышлению я решил этого не делать, так как это повлекло бы за собой значительную путаницу. Я попытался включить в текст некоторые результаты наиболее важных работ, посвященных Венере, и я надеюсь, что книга может быть полезной и в качестве источника литературы.

Патрик Мур

10 апреля 1959 г.
Ист-Гринстид

ГЛАВА I

„Вечерняя ЗВЕЗДА“

Планета Венера принадлежит к числу наших ближайших соседей. Ближе к нам только Луна (исключая, разумеется, искусственные спутники Земли, запущенные в последние несколько лет). Венера видна как очень яркий небесный объект.

Эта планета особенно интересна тем, что во многих отношениях она является почти точным двойником нашей Земли. Размеры и масса Венеры примерно такие же, как у Земли, так что есть основания ожидать сходства физических условий на обеих планетах. К сожалению, мы не можем непосредственно наблюдать поверхность Венеры, ибо ее атмосфера является непреодолимой преградой для наших телескопов. Поэтому наши знания о Венере гораздо более скудны, чем о Марсе, хотя последний и дальше от нас и меньше по размерам. В настоящей книге я рассчитываю подвести итоги результатам, которые удалось накопить астрономам, и указать возможные направления дальнейших исследований. Венера — таинственный мир, но кажется, что наши попытки исследовать его наконец становятся успешными.

Солнечная система состоит из одной звезды — Солнца и девяти главных планет, а также из огромного числа меньших небесных тел. Планеты не имеют собственного свечения; они лишь отражают солнечные лучи и кажутся яркими только из-за своей относительной близости. Они обращаются вокруг Солнца по эллиптическим путям, называемым орбитами; средние расстояния планет от Солнца заключены в пределах от 58 млн. км для Меркурия до 5900 млн. км для Плутона. В древние времена, однако, думали иначе: центром Вселенной считали Землю, а небесные тела — божествами.

Пять планет — Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн, — должно быть, известны с доисторических времен*, и еще в глубокой древности было отмечено, что, хотя с виду планеты похожи на звезды, они ведут себя совершенно иначе. Настоящие звезды кажутся неподвижными на небесной сфере и участвуют только в ее суточном вращении, так что халдейские пастухи-астрономы тысячи лет назад видели те же очертания созвездий, что и мы. Планеты Марс, Юпитер и Сатурн, напротив, блуждают среди звезд в пределах некоторого пояса на небосводе, известного под названием Зодиака. Меркурий и Венера также перемещаются в этом поясе, но в то же время следуют за Солнцем при его движении среди звезд (что давало повод считать их находящимися ближе к нам, чем Солнце).

Венера — самое яркое светило после Солнца и Луны — никогда не наблюдается на небе в течение всей ночи. Либо она как вечерняя звезда заходит через несколько часов после Солнца, либо как утренняя звезда появляется незадолго перед восходом. В свое время полагали, что утренние и вечерние звезды — различные небесные тела, а не одна и та же планета. В Египте, например, вечерняя звезда была известна под названием Оуайти, а утренняя — Тиомутири¹; однако в Китае ее называли одним именем Тай-пи, или Белолицая Красавица².

Вавилоняне называли Венеру Иштар (олицетворение женщины и матери богов) и описывали ее как «яркий факел небес»³. В Ниневии и многих других местах были воздвигнуты храмы в ее честь. Считалось, что Иштар ниспосылает людям изобилие. Древняя легенда гласит, что, когда Иштар отправилась в царство мертвых, чтобы найти своего умершего возлюбленного Таммуза, вся жизнь на Земле начала угасать и была спасена лишь благодаря вмешательству богов, которые воскресили Таммуза и тем вернули живущим Иштар. Аналогия с античной легендой о Деметре и Персефоне очевидна.

Ассоциация планеты с женщиной имела место у всех

* Древнегреческие философы отлично знали о движениях планет относительно звезд, и представляется, что это открытие было сделано до них.

народов, кроме, пожалуй, индийцев. Это вполне естественно, так как земному наблюдателю Венера представляется прекраснейшей из планет. Греки и римляне дали ей имя богини красоты, и храмы Венеры воздвигались во многих местах, например на Кипре и в Сицилии. Богине был посвящен месяц апрель, а английское название пятницы Friday происходит от англосаксонского Frigedæg (Friga — Венера и dæg — день). По сути дела, культ Венеры сохранился до самого последнего времени. Вильямсон⁴ свидетельствует, что еще в XIX в. в Полинезии приносили человеческие жертвы Утренней звезде; жертвоприношения совершали также индейцы племени Скайди Пауни в Небраске⁵. Нужно много лет, чтобы древние верования угасли.

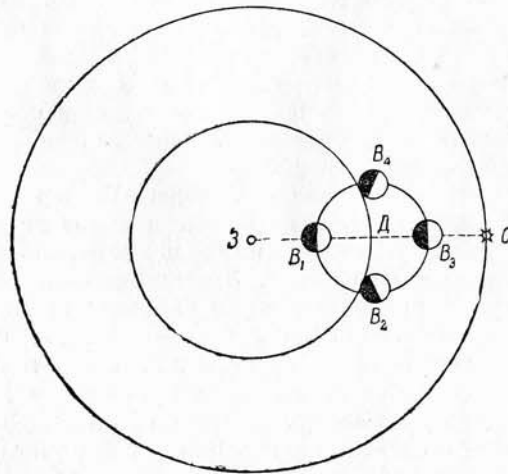
Еще Гомер⁶ упоминал о Венере: «Геспер — прекраснейшая из звезд небесных». Самые древние из дошедших до нас записей о наблюдениях планеты, по-видимому, были сделаны в Вавилоне⁷. Это знаменитые «Венерианские дощечки», найденные сэром Генри Лэйардом в Коньюнике и хранящиеся сейчас в Британском музее⁸. Однако астрономия твердо стала на ноги как наука только в античную эпоху. Стало известно, что Земля не плоскость, а шар, и другие планеты — тоже шары. Сделай греки еще один шаг и свергни нашу планету с ее почетного трона в центре Вселенной, думается, что прогресс человечества ускорился бы. Некоторые философы и ученые, и прежде всего Аристарх Самосский, сделали это, но их идеи противоречили религиозным догматам, и впоследствии древние греки вернулись к геоцентризму.

Древнегреческая система мира получила свое высшее развитие в работах Гиппарха и Птолемея. Клавдий Птолемей, умерший около 180 г. нашей эры, оставил нам труд («Альмагест». — *Ред.*), отразивший уровень знаний в период заката античной культуры. Эта система известна как «система Птолемея», хотя, по сути дела, Птолемей не был ее основным автором⁹.

Согласно этим представлениям, Земля находится в центре Вселенной, а различные небесные тела обращаются вокруг нее по «совершенным» круговым орбитам. Ближе всех других тел к Земле находится Луна, потом Меркурий, Венера и Солнце, затем следуют три остальные известные

в то время планеты — Марс, Юпитер, Сатурн и, наконец, звезды.

Уже во времена Птолемея было очевидно, что такая система мироздания сталкивается со значительными трудностями. Например, планеты не движутся непрерывно среди звезд с запада на восток: Марс, Юпитер и Сатурн могут как бы остановиться на несколько дней,



Р и с. 1. Движение Венеры, согласно Птолемею.

затем пойти назад, совершая «попятное» движение, а потом опять начинают двигаться в прежнем направлении — на восток. Чтобы избавиться от этой трудности, Птолемей, бывший превосходным математиком, предположил, что планета движется по маленькому кругу, или «эпициклу», центр которого в свою очередь обращается вокруг Земли по большому кругу — «деференту». Возможность того, что планеты могут двигаться по эллиптическим орбитам, не допускалась. Движение по кругу считалось наиболее совершенной формой движения, а ничего, кроме абсолютно совершенного, разумеется, и не могло происходить на небесах.

Для Меркурия и Венеры возникали новые проблемы, и Птолемей был вынужден предположить, что центры их эпициклов постоянно находятся на одной прямой линии

с Солнцем и Землей. Это по крайней мере объясняло, почему обе планеты никогда не появляются в противоположной Солнцу стороне неба. Однако вся система получилась слишком искусственной и громоздкой.

Рис. 1 иллюстрирует движение Венеры согласно системе Птолемея. *З* — Земля, покоящаяся в центре Вселенной, *С* — Солнце, *Д* — деферент (точнее, центр эпицикла. — *Ред.*) Венеры, *В*₁ — *В*₄ — Венера в четырех последовательных положениях, в которые она попадает, двигаясь по маленькому кругу — эпициклу. (Нужно помнить, что, согласно Птолемею, линия *ЗДС* всегда прямая.) Так как планета светит только за счет отраженного света Солнца, ясно, что по этой схеме Венера никогда не может быть видима как полный диск или даже как половина его. В положениях *В*₁ и *В*₃ темное полушарие будет обращено к нам, и Венера окажется невидимой; в положениях *В*₂ и *В*₄ к Земле будет обращена часть дневного полушария планеты, и она будет видна как серп.

Такого рода изменения вида планеты, или смену «фаз», нельзя обнаружить без помощи оптических приборов, так что теорию нельзя было опровергнуть на основании наблюдений невооруженным глазом. Но в начале XVII в. был изобретен телескоп, и в 1609 г. Галилео Галилей, профессор математики в Падуе, впервые направил только что изготовленный им самим инструмент на небо. Ученый сразу увидел, что его ожидания более чем оправдались. На Луне были видны высокие горы и огромные кратеры; на Солнце оказались пятна; вокруг Юпитера кружились четыре собственные луны, и как-то странно выглядел Сатурн, хотя Галилей так и не смог разобраться, в чем там дело, а Млечный Путь оказался громадной массой слабых звезд¹⁰.

Сам Галилей был горячим сторонником гелиоцентрической системы мира, которая была воскрешена и разработана Коперником примерно 60 годами раньше¹¹. Галилей искал подтверждений справедливости этой системы и нашел их, как ни странно, наблюдая фазы Венеры. Да, Венера действительно обнаруживала фазы, но они оказались того же типа, как у Луны: иногда планета наблюдалась в виде серпа, иногда как ~~полудиск~~ а иногда как почти полный диск.

В те времена об открытиях часто объявляли в виде анаграмм, и Галилей послал великому астроному и математику Иоганну Кеплеру следующее сообщение¹²:

*Hæc immatura, a me, iam frustra, leguntur — o. y.**

В этой форме послание можно было перевести так: «Эти вещи еще не совсем ясны для меня». Однако, переставив буквы, можно прочесть и такую фразу:

Cynthiæ figuras æmulatur Mater Amorum,

или «Мать любви подражает фигурам Цинтии». «Мать любви» — это, конечно, Венера, «Цинтия» — Луна. Галилей быстро осознал значение того, что он увидел. Венера не могла двигаться так, как предполагал Птолемей, потому что, согласно его системе, планету никогда нельзя было бы видеть как три четверти или даже половину диска. Факты были неопровержимы, и Галилей использовал их полностью в своем великом труде «Диалоги о двух главнейших системах мира — птолемеевой и коперниковой»¹³. Коперник по существу был прав, хотя в деталях он допустил ряд ошибок, например таких, как предположение о том, что Венера или светит собственным светом, или прозрачна¹³.

Тем не менее открытия Галилея были встречены бурей негодования. Князья церкви яростно возражали; история ареста, суда и вынужденного отречения Галилея хорошо известна. Многие его современники отказывались верить тому, что они видели в телескопы, и Галилей не дожид до полного признания своей правоты.

Кеплер, которому Галилей послал анаграмму, тоже шел по правильному пути. Его исследования, основанные на точных наблюдениях датского астронома Тихо Браге, позволили ученому вывести знаменитые законы движения планет, носящие имя Кеплера. Первый из этих законов гласит, что каждая планета обращается вокруг Солнца по эллипсу, в одном из фокусов которого находится само

* Буквы o. y. добавлены и не используются в первоначальной фразе.

Солнце; движение Венеры, как и ожидалось, подчинялось этому закону. В самом конце века работы Исаака Ньютона, посвященные проблеме всемирного тяготения, окончательно прояснили всю картину. С тех пор система Птолемея и другие геоцентрические системы отошли в прошлое.

Открытие фаз Венеры помогло распахнуть дверь к знанию; путь вперед казался свободным.

Мир ВЕНЕРЫ

Главные планеты солнечной системы делятся на две резко отличные группы. Меркурий, Венера, Земля и Марс, твердые и относительно небольшие по размерам, составляют группу внутренних планет, вне которой располагаются четыре гиганта — Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Плутон, открытый совсем недавно, в 1930 г., находится на гораздо большем среднем расстоянии от Солнца, чем Нептун; он движется по довольно необычной орбите, а по величине, по-видимому, меньше Земли. Сейчас ученые сомневаются, можно ли считать Плутон «нормальной» планетой; не исключено, что это бывший спутник Нептуна, ушедший на независимую орбиту.

Венера кажется нам особенно яркой не только из-за своих размеров, но также из-за близости и высокой отражательной способности. Действительно, она ближе к нам, чем любая другая планета, хотя эта честь обычно приписывается Марсу; при этом Венера отражает около 60% падающего на нее света, тогда как Луна, например, только 7%. (Мы привели наиболее современное значение отражательной способности, или альбедо, Венеры. Более ранние измерения Целльнера и Мюллера¹⁴ давали 77%, но это значение, по-видимому, является преувеличенным.) Таким образом, альбедо Венеры больше, чем у любой другой планеты солнечной системы.

В этой аномальной яркости нет ничего загадочного. Дело в «облаках». Венера окружена атмосферой, из-за чего мы не можем увидеть истинную поверхность планеты. Хотя облака Венеры, вероятно, сильно отличаются от земных, они отражают солнечный свет очень хорошо.

На вечернем или утреннем небе Венера представляет величественное зрелище: она сверкает в небесах, как маленькая лампа, и предметы в ее свете иногда даже отбрасывают тени. При благоприятных условиях ее можно

увидеть даже днем — если, конечно, точно знать, куда смотреть. Это было замечено еще в древности: Варрон пишет, что «на пути из Трои в Италию Эней постоянно различал планету, хотя Солнце находилось над горизонтом». Много позднее один случай, когда Венера наблюдалась днем, вошел в историю. Араго¹⁵ сообщает об этом так:

«Бувар рассказывал мне, что генерал Бонапарт, направляясь в Люксембургский дворец, где Директория устраивала праздник в его честь, был удивлен, увидав, что толпа, собравшаяся на улице Турнон, уделяла больше внимания небу над дворцом, чем его персоне и окружавшей его блестящей свите. Он поинтересовался причиной и узнал, что эти любопытные с изумлением наблюдают видимую в полдень звезду, которую они считали звездой завоевателя Италии. Знаменитый полководец, по-видимому, не остался равнодушным к такому сообщению, когда собственными зоркими глазами заметил сияющее небесное тело. Эта звезда была, конечно, Венерой».

Если Наполеон считал это явление благим предзнаменованием, то бывали случаи, когда Венера служила причиной тревоги. Например, в ноябре 1887 г., когда планета была видна как сверкающая утренняя звезда, известному британскому астроному Норману Локьеру пришлось написать статью с объяснением причины необыкновенной яркости Венеры¹⁶. В той же статье он высказал мнение о насущной необходимости более глубокого преподавания естественных наук в школах¹⁷. В 1916 г. в Англии нашлись люди, которые приняли Венеру и Юпитер, видимые в то время рядом, за носовые и кормовые огни немецкого цепелина¹⁸. Недавно адмирал Мюррей упомянул еще об одном несколько курьезном происшествии¹⁹. 15 ноября 1939 г., вскоре после начала войны, английский военный корабль «Корнуолл» получил извещение от сторожевого корабля, следовавшего с Цейлона в Аден, о звездоподобных вспышках орудийной стрельбы, видимых в азимуте 247°. Все переполошились, но ничего так и не произошло. На следующий день находившийся на «Корнуолле» адмирал Мюррей рассчитал пеленг Венеры при заходе 15 ноября; он оказался равным... 247°.

То, что иногда предметы, освещаемые Венерой, отбрасывают тени, также было замечено очень давно. Об этом

упоминают Плиний²⁰ и греческий астроном Симплиций²¹. К более близкому прошлому относятся наблюдения Джона Гершеля и Антониади²². Я сам наблюдал отчетливые тени предметов, освещавшихся Венерой, когда она приближалась к максимуму блеска²³.

В 1876 г. Пламмер²⁴ наблюдал тени от Венеры на экране и сравнивал их с тенями от свечи, удаляемой на разные расстояния. Много позже, в 1956 г., ряд интересных исследований того же явления произвел Стивенсон²⁵. Он нашел, что тени от Венеры очень резки, так как она является практически точечным источником света, и полутени (вроде тех, что получаются в случае Солнца и Луны) отсутствуют. Вот что он рассказывает:

«Несмотря на резкость теней, они очень слабы при наблюдении на открытом воздухе. Виновата общая освещенность от неба... она создает подсветку экрана и тем уменьшает контраст.

Такую подсветку можно в значительной степени исключить, если производить наблюдения в комнате, куда сквозь маленькое окно попадает только свет от Венеры и небольшого участка неба. При этих условиях тени от оконного переизлучателя вполне отчетливо вырисовываются на противоположной окну стене, что часто и наблюдалось.

Иногда тени можно наблюдать в башне обсерватории... Вечером 28 апреля с. г., когда Венера была на высоте около 15° над горизонтом, я заметил, что белая поверхность (внутренняя стена башни) покрыта сеткой едва заметных темных линий. Взглянув на небо, я увидел, что Венера проходит за ветвями соседнего дерева, еще не успевшими покрыться листвой. Было ясно, что картина на стене образуется из теней отдельных веточек... можно было заметить, как они качаются. Неделию спустя на дереве появились листики, которые удавалось различать в отдельности в виде темных пятен среди веточек».

Другое иногда наблюдавшееся интересное явление — это так называемый «зеленый луч». Верхний край солнечного диска в момент своего исчезновения за горизонтом может на мгновение окраситься в зеленый цвет. То же замечалось и в случае Венеры²⁶. Зеленый луч («изумрудный», по его выражению) ясно видел адмирал Мюррей²⁷ с борта «Корнуолла» недалеко от Коломбо, через полтора

часа после захода Солнца 28 ноября 1939 г. Венера скрылась за морским горизонтом. Мюррей наблюдал с биноклем, и сомнительно, увидел ли бы он вспышку, если бы не ожидал ее появления. Вряд ли нужно говорить, что это явление оптическое и что оно объясняется влиянием земной атмосферы.

Сначала считалось, что Венера несколько больше Земли²⁸, но это не так, ибо ее диаметр около 12 400 км, а земной 12 756 км. В 1900 г. Си²⁹ по наблюдениям на 26-дюймовом рефракторе в Вашингтоне (США) получил значение 12 100 км, но это явно преуменьшенная величина. В 1953 г. Нефедьев³⁰ сообщил о небольшом изменении диаметра планеты, найденном им из сравнения измерений, сделанных в период между 1940 и 1951 гг.; впрочем, подтверждений этого не последовало. Разумеется, нельзя предположить, что изменяется диаметр самого шара планеты. Мы должны помнить, что в действительности измеряем диаметр планеты вместе с ее атмосферой. Самое последнее значение диаметра планеты, данное Воккером, равно 12 146 км.

Этот постоянный облачный покров затрудняет определение величины полярного сжатия Венеры. У Земли сжатие довольно заметно — полярный диаметр на 42 км меньше экваториального, но Венера кажется нам почти совершенно сферической. В прошлом веке Видаль³¹ и Теннант³² сообщили о том, что сжатие имеет измеримую величину, но нам кажется, что если Венера вообще имеет сжатие, то отступление от правильной сферической формы должно быть очень небольшим.

Средняя плотность Венеры несколько меньше, чем Земли — 4,9 г/см³ против 5,5 г/см³ для нашей планеты. Масса ее составляет 0,81 массы Земли, а объем — 0,92 земного. Вообще же эти различия достаточно малы. Если мы уменьшим Землю до размера биллиардного шара, то Венера представится другим шаром, столь похожим на первый, что для различения понадобится взвешивание. Венеру можно назвать близнецом Земли. Этот эпитет, вообще говоря, применяют и к Марсу, но без достаточного основания, так как «красная планета» по диаметру равна половине, а по массе — одной десятой массы Земли.

Сходство размеров и масс Венеры и Земли означает, что сила тяжести на поверхности обеих планет должна быть почти одинаковой. Земной житель, весящий 76 кг, весил бы на Венере 66,5 кг, на Марсе же — всего 27,3 кг и чувствовал бы себя необыкновенно легким и сильным. Разумеется, взвешивание нужно было бы производить на пружинных весах, а не на весах с гирями.

Вопрос о силе тяжести на поверхности планеты связан с вопросом о скорости ускользания. Если мы, находясь на Земле, бросим вверх шар, то он достигнет определенной высоты и затем упадет обратно; если мы придадим ему большую начальную скорость, то и высота подъема возрастет. Если пренебречь сопротивлением воздуха и предположить, что шару придана начальная скорость в 1,6 км/сек, то он взлетит на 130 км; если начальная скорость вдвое больше, то выше 500 км, и т. д. Брошенный с начальной скоростью 11,2 км/сек шар никогда не вернется обратно, так как сила земного притяжения не сможет удержать его. Эта критическая скорость является скоростью ускользания для Земли. Менее массивные тела, такие, как Меркурий и Луна, имеют меньшие скорости ускользания (4,2 и 2,4 км/сек соответственно), а для того, чтобы освободиться от притяжения* гигантского Юпитера, нужно разогнаться до скорости 61 км/сек.

Величины скоростей ускользания оказывают заметное влияние на состав атмосфер планет. Атмосфера, являющаяся смесью многих газов, состоит из атомов и молекул, движущихся с большими скоростями. Если максимальная скорость частицы превышает скорость ускользания, такая частица может улететь в межпланетное пространство. Ввиду того что скорость ускользания для Земли сравнительно велика, наша газовая оболочка сохраняется. Но Луна, притягивающая много слабее, была не в состоянии удержать хоть какую-нибудь атмосферу, даже если она когда-то и имела у нее, так что сейчас на Луне практически нет «воздуха». То же справедливо для Меркурия, но не для Марса: для последнего скорость ускользания 5,0 км/сек, и потому Марс окружен атмосферой,

* Точнее, удалиться от Юпитера по параболической орбите, — Прим. ред.

хотя и тонкой. В то же время атмосфера Юпитера состоит в основном из такого легкого газа, как водород, который в соединениях с некоторыми другими элементами дает различные, малопривлекательные для нас составляющие атмосферы, вроде метана и аммиака*.

Считается, что во время оно в атмосфере Земли содержалось много свободного водорода, но что уже на ранних стадиях существования Земли как самостоятельной планеты этот водород улетучился; в таком случае наша современная атмосфера является «вторичной» и образовалась из газов, извергнутых вулканами. Несомненно, что скорость ускользания для Земли (11,2 км/сек) весьма благоприятствует образованию пригодного для нашего дыхания воздуха. Если бы эта скорость была больше, то преобладали бы водород и его соединения; если бы она была существенно меньше, атмосфера была бы весьма разреженной.

Скорость ускользания для Венеры 10,3 км/сек. Казалось бы, есть достаточно оснований ожидать, что атмосфера Венеры похожа на атмосферу Земли, т. е. бедна водородом, но богата свободным кислородом. Однако ничто не может быть дальше от истины, чем такое предположение. Венера, правда, имеет атмосферу, но основная ее составляющая, по-видимому, углекислый газ.

Это довольно любопытный факт. Венера очень похожа на Землю по размерам и массе и всего на 40 млн. км ближе к Солнцу. Почему же ее атмосфера так отличается от земной? В нашем воздухе сравнительно мало углекислого газа. Почему же его так много на Венере? Может быть, Венера и близнец Земли, но «не тождественный близнец», как очень удачно выразился Фирсов³³. Так как мы не можем непосредственно исследовать поверхность планеты, приходится довольствоваться той информацией, которую дают нам наблюдения верхних слоев ее атмосферы; не удивительно, что при этих обстоятельствах многое все еще остается неизвестным.

* В действительности вопрос об ускользании газов из планетной атмосферы значительно более сложен. Подробности см. в сборнике «Атмосферы Земли и планет», М., ИЛ, 1951, стр. 274—282, и в книге С. К. Митра «Верхняя атмосфера», М., ИЛ, 1955, стр. 24—35. — Прим. ред.

Движения ВЕНЕРЫ

Венера—вторая от Солнца планета. Среднее расстояние ее от Солнца 108,3 млн. км (по сравнению с 149,9 млн. км для Земли), причем отклонения от этого среднего невелики. Эксцентриситет орбиты Венеры всего 0,0068; таким образом, она практически круговая. Эллиптичность орбиты Венеры меньше, чем орбиты какой-либо другой планеты солнечной системы (на втором месте в этом отношении стоит Нептун с эксцентриситетом 0,009). Венера получает в среднем вдвое больше солнечного света и тепла, чем Земля. Для нас видимый диаметр Солнца примерно 32'; если же посмотреть с Венеры, он увеличится до 44'.

Почти круговая орбита Венеры наклонена к плоскости земной орбиты под углом 3° 24'. Хотя эта величина может показаться незначительной, она больше, чем у всех других планет, за исключением Меркурия и Плутона. Это приводит к тому важному следствию, что «прохождения» Венеры по диску Солнца немногочисленны и случаются редко.

Так как Венера ближе к Солнцу, чем мы, она и движется быстрее. Средняя орбитальная скорость Земли около 30 км/сек (108 000 км/час), а Венеры — около 35 км/сек (125 000 км/час). Двигаясь с такой большой скоростью по орбите меньшего радиуса, Венера совершает один оборот вокруг Солнца скорее, чем Земля. Время полного обращения, которое ученые называют сидерическим периодом, для Венеры равно 224 суткам 16 часам 48 минутам по земному календарю.

Так как в этой книге мы будем говорить почти исключительно о физических характеристиках Венеры, мы не собираемся давать полного разбора ее движений³⁴, но кое-что следует сказать о фазах, наблюдаемых как у Венеры, так и у другой внутренней планеты — Меркурия.

На рис. 2 показано, почему наблюдаются фазы. В положении, называемом «нижним соединением», к нам повернута темная, не освещенная Солнцем сторона планеты. Это положение аналогично новолунию. Около этого времени Венера видна по соседству с Солнцем и ее очень трудно наблюдать, за исключением тех крайне редких случаев, когда благодаря удачному стечению обстоятельств планета

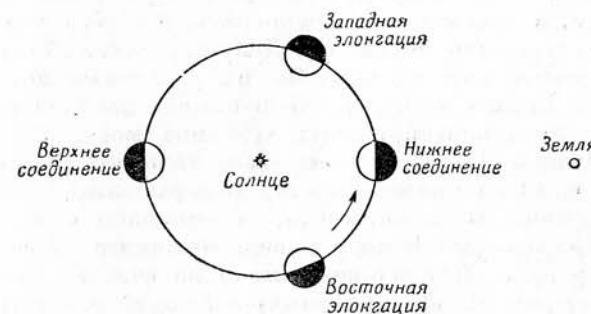


Рис. 2. Положения и фазы Венеры.

оказывается точно на линии, соединяющей Солнце и Землю; тогда ее можно видеть как темный кружок, силуэтом вырисовывающийся на ослепительном фоне солнечной поверхности. Во время верхних соединений Венера видна как полный диск, так как к нам обращена ее освещенная половина, однако наблюдать ее опять-таки трудно из-за того, что она оказывается почти точно позади Солнца. Но в двух положениях, называемых элонгациями, Венера достигает своего наибольшего углового удаления от Солнца — примерно 47° — и становится великолепным небесным светилом. В восточной элонгации она видна как вечерняя звезда, причем серп ее с каждым днем делается все уже, и планета приближается к «нововенерии», в то время как в западной элонгации планета видна по утрам и движется к положению «полновенерии».

Синодический период Венеры — интервал между двумя последовательными нижними соединениями — равен в среднем 584 суткам и может меняться на 4 суток в ту или

другую сторону. Как правило, между восточной и западной элонгациями проходит около 144 суток, а для того, чтобы планета обошла вокруг Солнца и вернулась опять в положение восточной элонгации, нужно целых 440 суток. Список соединений и элонгаций, которые произойдут до конца текущего столетия, дан в Приложении I.

Поскольку факт открытия Галилеем фаз Венеры был полной неожиданностью для многих астрономов того времени, естественно предположить, что без телескопа фазы совершенно не видны. Действительно, нормальный человеческий глаз не способен их различить, но, по-видимому, люди с исключительно острым зрением при исключительно благоприятных условиях могут разглядеть серп Венеры. Интересно также заметить, что древние легенды часто упоминают о рогах Венеры, которые некоторые авторитеты склонны считать символом серпа. Плиний³⁵ изображает Венеру в виде человеческой фигуры с двумя рогами; жители о-вов Самоа тоже считают, что Венера имеет рога³⁶. Лэйард³⁷ открыл, что на изображениях Астарты — ассирийской Венеры — богиня держит жезл, украшенный на конце полумесяцем. Впрочем, мнения об истинном смысле этих свидетельств расходятся. Например, Оффорд³⁸ утверждает, что «повсеместное распространение символа полумесяца можно объяснить только тем, что удалось наблюдать Венеру в форме серпа», тогда как Кэмпбелл³⁹ писал, что он «склонен считать древние описания Венеры как серпа лишь удачной догадкой, навеянной, вероятно, видом Луны». Итак, в этом вопросе еще не все ясно.

Мак-Ивен⁴⁰, много лет бывший председателем секции Венеры и Меркурия Британской астрономической ассоциации, заявил в 1895 г., что, хотя серп Венеры и можно заметить невооруженным глазом, это следует считать исключительным событием. Позднее он изменил свое мнение и писал⁴¹, что фазы находятся далеко за пределами видимости невооруженным глазом. С другой стороны, известный британский астроном Проктор, автор многих книг, писал⁴², что при благоприятных обстоятельствах он сам мог различить серповидность Венеры невооруженным глазом. Этот вопрос, конечно, не принципиален и не имеет непосредственного отношения к Венере как

к миру, но, несмотря на это, он достаточно интересен, чтобы познакомиться с ним подробнее.

Известно много случаев видимости серпа Венеры невооруженным глазом. На ясном небе Южной Америки лейтенант Гиллисс⁴³ замечал ее несколько раз в 1849—1852 гг. Между 1929 и 1935 гг. отчетливо видели серп Венеры Рейнхардт⁴⁴, Хауэлл⁴⁵, Корнелл⁴⁶, доктор Вуд⁴⁷ и его жена. Мисс Блэгг⁴⁸, хорошо известная своими работами о Луне, не могла различить очертаний серпа, но отчетливо видела, что Венера имеет вытянутую форму. Вэбб⁴⁹ рассказывает, что двенадцатилетний мальчик Теодор Паркер видел фазы Венеры, еще не зная об их существовании, а Фрэнкс⁵⁰, получивший золотую медаль Королевского астрономического общества, говорил мне в 1932 г., что его сын часто различал серп Венеры в 1890—1900 гг.

Все эти случаи вполне достоверны, и, следовательно, вряд ли подлежит сомнению, что люди с исключительно хорошим зрением действительно в состоянии разглядеть фазы Венеры. С другой стороны, такие наблюдения очень трудны, и легко обмануться, что я и доказал в 1957 г. с помощью простого эксперимента. В маленький 3-дюймовый телескоп я показал серп Венеры восьми человекам в возрасте от 16 до 60 лет, причем никто из них не знал астрономии сколько-нибудь хорошо. Затем я спросил их, видят ли они серп без телескопа, и шесть из них ответили «да», в то время как остальные двое колебались. Когда я дал им по листу бумаги и предложил зарисовать серп, все шесть участников изобразили его с рогами, направленными к западу, т. е. так, как он был виден в телескоп. Разумеется, они не сообразили, что астрономическая труба дает перевернутое изображение, а на самом деле серп должен быть обращен в противоположную сторону. Могу добавить, что у меня хватило такта не разоблачать их, но сам эксперимент весьма многозначителен!

Венера оказывается на минимальном расстоянии от Земли в момент нижнего соединения, причем это расстояние может быть всего около 39 млн. км, что на 16 млн. км меньше, чем кратчайшее расстояние от Земли до Марса. К сожалению, в это время к нам обращена ночная сторона Венеры, а вместе с ростом фазы увеличивается и расстояние,

так что видимый диаметр диска планеты уменьшается. Это показано на рис. 3. Черный круг изображает размеры планеты в нижнем соединении, когда диаметр диска равен $65''$; левый серп в нижнем ряду дает ее видимый размер во время наибольшей яркости (угловое расстояние от Солнца около 40°), белый кружок в нижнем ряду справа изображает видимый диск Венеры в верхнем соединении, когда ее угловой диаметр уменьшается до $9'',5$, что меньше диаметра далекого Сатурна.

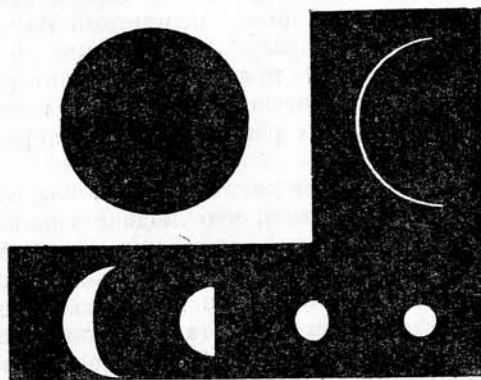


Рис. 3. Видимые размеры Венеры в различных фазах.

На первый взгляд кажется удивительным, что Венера достигает наибольшей яркости, еще будучи серпом; однако дело в том, что дальнейшее увеличение фазы уравновешивается сокращением углового диаметра. На это много лет назад указал Эдмонд Галлей⁵¹, один из величайших английских астрономов, чье имя всегда будет связано с яркой периодической кометой, хотя его наибольшая услуга науке состояла в том, что Галлей сделал возможным опубликование «Начал» — бессмертного труда Ньютона. Еще одна проблема связана с расчетом дихотомии — момента, когда фаза Венеры становится равной $\frac{1}{2}$. Слово «дихотомия» пришло к нам из греческого языка и означает «разрезанный пополам», т. е. в этот момент Венера выглядит как бы разрезанной надвое — одна

половина видна, а другая нет. Поскольку движение планеты предвычисляется с большой точностью, возможно очень точно рассчитать и момент дихотомии. На самом же деле ошибка таких предсказаний часто достигает нескольких суток. Причина этого удивительного расхождения, по-видимому, связана с облачной природой атмосферы планеты, и мы обсудим ее в главе VIII.

Очевидно, что между двумя линиями, ограничивающими освещенную часть диска планеты, имеется коренное различие, поэтому различны и их названия. Видимый



Рис. 4. Лимб и терминатор.

край планетного диска называется «лимбом», а граница между ночным и дневным полушариями — «терминатором». На рис. 4 лимб показан сплошной линией, а терминатор — пунктирной.

Для наблюдателя на Венере Земля, естественно, являлась бы внешней планетой. Она сияла бы гораздо ярче, чем сама Венера на нашем небе (конечно, если не учитывать венерианскую атмосферу, которая мешала бы наблюдениям с поверхности планеты). Даже наша Луна была бы примечательным объектом. А у внутренней планеты — Меркурия — были бы видны фазы.

Этот рассказ о движениях Венеры очень отрывочен и сжат (почти до полного «обезвоживания»), и вряд ли нужно говорить о том, что в действительности дело гораздо сложнее. Однако для наших целей и этого достаточно, а сейчас мы готовы к тому, чтобы наконец обратить внимание на саму планету.

Ранние телескопические НАБЛЮДЕНИЯ

Насколько великолепной кажется Венера при наблюдении невооруженным глазом, настолько разочаровывающе выглядит она в телескоп. В то время как Сатурн показывает свои кольца, Юпитер — полосы и луны, Марс — темные области и полярные шапки, Венера представляется почти совсем лишенной деталей. Все те немногие детали, которые видны, очень неясны и плохо различимы; должно быть, это всего лишь явления, происходящие в верхних слоях ее атмосферы.

Самый мощный телескоп Галилея увеличивал только в 30 раз, и естественно, что размытые детали поверхности Венеры были в него не видны. Никто из непосредственных последователей Галилея также не был удачлив в этом отношении. Почти в каждый инструмент были видны фазы, но и только. Прославленный изобретатель маятниковых часов Христиан Гюйгенс, бывший, по-видимому, лучшим наблюдателем XVII в., первым заметил детали на поверхности Марса, но даже он не смог ничего разглядеть на ослепительно ярком диске Венеры. Эта неудача Гюйгенса заставляет нас с некоторым подозрением относиться к результатам, полученным примерно в то же самое время менее опытными наблюдателями⁵².

Первое определенное заявление о том, что на Венере видны «пятна», сделал в 1645 г. Франческо Фонтана, неаполитанский юрист и любитель астрономии, который обнаружил почти в центре диска темную область⁵³. В 1665 г. это же подтвердил Бураттини⁵⁴. Затем в 1666 и 1667 гг. Джиованни Доминико Кассини, наблюдавший в условиях прозрачного воздуха Болоньи в Италии, отметил⁵⁵ существование светлых и темных областей. Первый из его рисунков был сделан 14 октября 1666 г. (в год лондонского пожара) в 17 час. 45 мин. Вскоре Кассини покинул Италию, чтобы занять пост директора только что

основанной Парижской обсерватории. Из-за меньшей прозрачности неба Франции он не смог повторить свои наблюдения деталей поверхности Венеры. Его сын, Ж. Кассини, занявший после отца пост директора, тоже оказался не более удачливым, как и другой искусный наблюдатель Маральди.

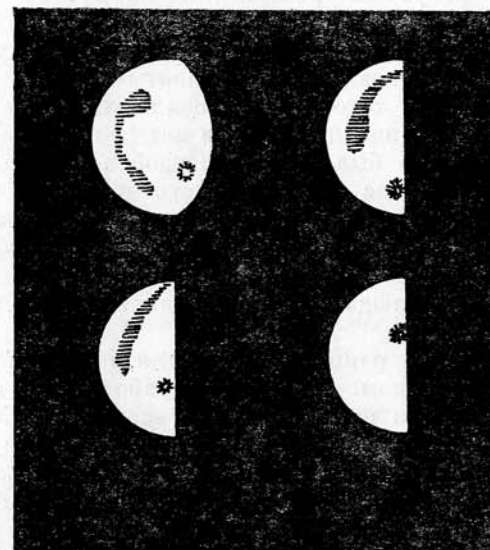


Рис. 5. Четыре рисунка Венеры, сделанных Д. Кассини.

Кассини-старший сделал ряд прославивших его важных открытий (например, открытие промежутка, разделяющего кольцо Сатурна на две основные части), и ясно, что он не мог просто ошибиться. С другой стороны, трудно понять, почему после 1667 г. он не смог снова заметить пятна на диске планеты, если ранее он действительно их видел. Ослепляющий блеск Венеры делает ее вообще очень трудным для изучения объектом, а маленький рефрактор, подобный тому, которым пользовался Кассини, окрашивает изображения и имеет другие оптические недостатки. У современных рефракторов эти дефекты по

возможности исправлены, но что касается наблюдений Кассини, то реальность описанных им деталей можно поставить под сомнение.

Другие наблюдения, давшие положительный результат, сделал в Риме полвека спустя Франческо Бианчини. В 1726 г. он начал наблюдать с рефрактором диаметром $2\frac{1}{2}$ дюйма, фокусным расстоянием 66 футов и увеличением около 100. Результаты, полученные Бианчини⁵⁶, были более чем поразительны; они включали даже карту Венеры, изображавшую «океаны», «континенты» и другие детали!

Независимо от того, существовали ли на самом деле отмеченные Бианчини детали или нет (а неуклюжий «воздушный телескоп» был крайне неудобен для планетных наблюдений), сейчас ясно, что его попытка составить карту поверхности планеты была напрасной тратой времени. Приведенные здесь карта и рисунки из книги Бианчини имеют лишь исторический интерес; с точки зрения современного наблюдателя, они лишены какой-либо ценности (см. рис. 1).

Перечисленные ранние наблюдения были только предварительным этапом. Серьезные работы по изучению планет начались в последние два десятилетия XVIII в., когда немецкий любитель астрономии Иоганн Шрётер устроил в Лиллентале близ Бремена обсерваторию и начал систематические исследования, окончившиеся только вместе с разрушением его дома французами в 1814 г. Одновременно со Шрётером работал и Вильям Гершель, открывший в 1781 г. планету Уран, за что он, как известно, получил субсидию от Георга III и смог, наконец, оставить музыкальную карьеру и целиком посвятить себя астрономии. История наблюдательных работ за последующие 30 лет, по сути дела, является историей работ Гершеля и Шрётера.

Гершель, без сомнения, был более крупной фигурой. Его справедливо называют отцом звездной астрономии, и за свою долгую жизнь он сделал поразительно много. Кроме того, он был крупным знатоком в деле изготовления зеркал. Со своим крупнейшим телескопом — 48-дюймовым рефлектором с фокусным расстоянием 40 футов — Гершель открыл такие крохотные объекты, как два внутренних спутника Сатурна.

Правда, Гершель наблюдал планеты от случая к случаю. Его основными целями были обзор и изучение природы и формы нашей звездной системы, и он удивительно преуспел в этом. Хотя Гершель и сделал ряд неверных

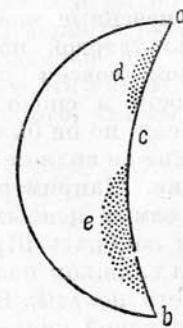


Рис. 6. Детали на диске Венеры, (по наблюдениям В. Гершеля).

выводов, можно справедливо заметить, что современная звездная астрономия в большой степени базируется на его работах.

Гершель несколько раз наблюдал Венеру и заметил ряд деталей. Здесь приведен один из его типичных рисунков. Вот как он его описывает⁵⁷:

«19 июня 1780 г. На диске Венеры имеется темноватое голубоватое пятно *adc* и другое, довольно яркое *seb*; они сходятся под некоторым углом, вершина которого отстоит от конца серпа *a* примерно на $\frac{1}{4}$ диаметра Венеры. 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30 июня и 3 июля. Продолжались наблюдения этих и других слабых пятен... Для наблюдений использовался 20-футовый рефлектор системы Ньютона, к которому имелось по меньшей мере пять главных зеркал, причем некоторые из них обладали самым высоким совершенством формы и полировки. Увеличение в основном было 300 и 450 раз. Однако результаты не позволяют мне определить период вращения Венеры. Различные эффекты в оптике телескопа, вроде тех, которые могут происходить при преломлении света, часто приводили к появлению ложных пятен. Я не склонен придавать

какого-либо значения движению пятен, которые были либо крайне слабы и изменчивы, либо их положение вообще нельзя было точно определить. Однако на основании этих наблюдений нельзя сомневаться в том, что Венера вращается вокруг оси; также очевидно, что планета имеет атмосферу, так как замеченные мною изменения явно не могут происходить на твердой поверхности Венеры». Шрётер был человеком совсем другого склада. Ему недоставало осторожности и спокойствия в суждениях, характерных для Гершеля, но он был таким же безграничным энтузиастом и именно он является основателем лунной и планетной астрономии. Например, его работа о Луне принадлежит к числу самых ценных. В последнее время стало довольно модным порицать Шрётера; считают даже, что его телескопы были слишком плохого качества, чтобы от них могло быть много пользы. В частности, Вокулер в своей в целом превосходной книге по истории астрономии⁵⁸ утверждает, что «к несчастью, едва ли какие-нибудь из его выводов пережили испытание временем... поэтому астрономия получила очень мало пользы от его деятельности». Однако детальное изучение дошедших до нас книг и записей показывает, что такая точка зрения, по-видимому, не оправдана^{60a}. Шрётер был плохим рисовальщиком, но серьезные ошибки он делал редко; самый большой из его телескопов — 19-дюймовый рефлектор, изготовленный Шредером из Килия, — возможно, был посредственного качества, но два других его инструмента, изготовленные Гершелем, без сомнения, были хорошими.

Довольно естественно, что Шрётер не мог много увидеть на диске Венеры. За время с 1779 по 1788 г. ему не удалось обнаружить вообще никаких деталей, но 28 февраля 1788 г. он «заметил, что обычно равномерная яркость диска планеты нарушена туманной полосой»⁵⁹. Впоследствии детали такого рода наблюдались им неоднократно, причем они были всегда размыты и плохо различимы. Поэтому Шрётер, как и его современник Гершель и его предшественник Гюйгенс, пришел к выводу, что это чисто атмосферные явления.

Можно сказать, что работы Шрётера и Гершеля знаменовали конец первого этапа исследования Венеры. Позже, в XIX в., ее наблюдали многие зоркие астрономы-энтузи-

асты, как любители, так и профессионалы⁶⁰, среди которых можно упомянуть Вильгельма Беера, Иоганна Медлера, Вильяма Ласселя, Дэвиса, Ван-Эртборна и Деннинга. Следует также заметить, что особые явления, например прохождения Венеры по диску Солнца, изучались с самого раннего периода существования телескопической астрономии. Однако нет особой необходимости детально описывать все эти наблюдения и будет полезнее заняться обсуждением того, что мы видим на ярком диске Венеры.

Темные области

Так как Венера — ближайшая к Земле планета, причем почти столь же большая, как и сама Земля, то, казалось бы, она должна быть самым легким для изучения объектом. К сожалению, это не так, и вряд ли можно сомневаться в том, что наблюдать Венеру труднее, чем любое другое тело солнечной системы. Это объясняется тем, что детали на поверхности планеты очень размыты и непостоянны. Даже наиболее заметные темные области так иллюзорны, что почти невозможно сколько-нибудь точно определить их положение на диске планеты; более того, они так быстро меняются, что одну и ту же деталь редко удастся отождествить по прошествии двух-трех суток.

Когда вы впервые видите Венеру в небольшой телескоп, она кажется ярким и совершенно чистым диском. Однако, если наблюдать очень внимательно, на нем часто можно разглядеть темные пятна; мы приводим типичные примеры рисунков, сделанных членами секции Меркурия и Венеры Британской астрономической ассоциации⁶¹ (рис. II). На большинстве этих рисунков тени умышленно сгущены, иначе их вообще нельзя было бы воспроизвести.

Детали в высшей степени трудно уловимы. Спенсер Джонс утверждал⁶², что «нельзя увидеть ничего, кроме слабых, размытых пятен, да и те видны только изредка»; высказывались и такие предположения, что детали на диске Венеры являются чисто оптическим эффектом. В целом этот вопрос, без сомнения, важен, и для его выяснения был выполнен ряд интересных экспериментов.

На Венере обычно наблюдаются следующие детали: темные области; светлые пятна на концах серпа; светлые области, расположенные по краям видимой части диска. В 1897 г. швейцарский астроном Виллигер, работавший на оптических заводах Цейсса в Иене, сделал несколько

гипсовых шариков около 6 см в поперечнике и рассматривал их в 5-дюймовый рефрактор с расстояния 400 м. Он обнаружил на дисках моделей и темные области, и полосу у лимба, и шапки на концах серпа, хотя на самом деле эти детали на «искусственных планетах» отсутствовали совершенно. При опытах с резиновыми шариками был получен тот же эффект⁶³. Очень похожие результаты были получены в 1952 г. Шпангенбергом в Германии⁶⁴. Рассматривая свои искусственные планеты при условиях, эквивалентных 60—140-кратному увеличению в случае реальных наблюдений Венеры, Шпангенберг тоже заметил шапки на концах серпа, темную кайму вокруг шапок, светлые области вблизи лимба и темные полосы⁶⁵. Третья серия экспериментов была проведена в 1954 г. Ленхэмом и Людлоу⁶⁶. Были изготовлены две прозрачные модели Венеры с полярным диаметром примерно 3 см. Одна из моделей была в фазе неполного диска; для придания ей желтоватой окраски был подложен фильтр. Не считая легкой однородной волокнистости, обусловленной структурой бумаги, диски «планет» были чистыми. Их освещали сзади и рассматривали с расстояния 10 м в телескоп диаметром 1 дюйм и шестикратным увеличением, дававшим такой же видимый размер изображения, как при наблюдении Венеры с увеличением в 100 раз. Двенадцать человек, из которых никто, кроме самих Ленхэма и Людлоу, не разбирался в астрономии, делали зарисовки изображений этих моделей. И снова получились округленные концы серпа, светлые края, темные области в центре, из чего авторы благоразумно заключили, что «некоторые из деталей, наблюдаемых на диске Венеры, могут не принадлежать самой планете».

Я сам провел ряд экспериментов, во время которых модели планеты рассматривались в 3-дюймовый рефрактор⁶⁷, и получил противоположный результат, так как никогда не видел несуществующих деталей. Вполне возможно, что я не видел их просто потому, что знал об их отсутствии — очень трудно избавиться от подсознательного предубеждения. В связи с этим, может быть, важно упомянуть, что, наблюдая в телескопы диаметром больше 6 дюймов, я часто замечал на Венере размытые темные детали, в то время как Ленхэм обычно не видел их!

В 1960 г. Каттермол и я производили дальнейшие эксперименты с «искусственной Венерой»^{76а}. Эти опыты не поколебали мнения, что основные темные области, замечаемые на поверхности Венеры в достаточно большие телескопы, являются реальными деталями планетного диска.

В случае такого объекта, как Венера, которая имеет яркий и почти чистый диск, появление ложных деталей более чем вероятно, и почти несомненно, что некоторые детали, отмеченные наблюдателями, работавшими с маленькими телескопами, явились следствием оптического обмана. То же самое с полным основанием можно сказать о деталях, зарисованных Бианчини и другими пионерами планетных исследований. При этом стоит заметить, что детали, которые можно назвать «настоящими» темными областями, видны только в большие телескопы. Я экспериментировал с различными инструментами, главным образом с моим 3-дюймовым рефрактором и 6- и 12½-дюймовыми рефлекторами, в результате чего нашел, что при хороших атмосферных условиях 12½-дюймовый рефлектор всегда показывает наибольшее количество деталей. В то же время в 3-дюймовый рефлектор диск почти всегда кажется чистым.

Некоторые авторитеты продолжают утверждать, что, по крайней мере в случае Венеры, маленький телескоп предпочтительнее большого. Это утверждение обосновывается тем, что, хотя при сильном увеличении размеры видимого диска планеты больше, одновременно возрастают и помехи, обусловленные беспокойством земной атмосферы. По-видимому, это не подтверждается наблюдениями. При наблюдениях Венеры, а также других планет, особенно Марса, увеличение размера объектива телескопа приводит к исчезновению ложных деталей и появлению истинных.

Вместе с тем большие инструменты не дают существенного преимущества, что было установлено Барнардом, одним из крупнейших наблюдателей США. Работая с 36-дюймовым телескопом Ликской обсерватории, Барнард⁶⁸ провел длинную серию наблюдений Венеры и писал следующее: «На поверхности планеты почти все время имелись различные детали, но они всегда были настолько неясными, что ни разу нельзя было сделать удовлетвори-

тельного рисунка... Я уверен, что слабые расплывчатые пятна, видимые в большой телескоп, были реальны, но постоянные ли это образования — сказать невозможно, так как опознать с определенностью одно и то же пятно при различных наблюдениях не удавалось. Впечатление, однако, таково, что они непостоянны».

Это описание исходит от астронома, пользовавшегося мировой известностью и наблюдавшего в один из наиболее мощных в то время телескопов; однако в равной степени оно могло бы принадлежать любителю, работающему с 6-дюймовым рефлектором. Это в точности соответствует картине, которую я сам видел в различных инструментах, начиная от маленького рефрактора до большого 33-дюймового телескопа Медонской обсерватории во Франции.

На медонском рефракторе, самом большом в Европе и, вероятно, столь же хорошем в оптическом отношении, как любой другой рефрактор, много наблюдал греческий астроном Антониади, проживший большую часть жизни во Франции и умерший там во время последней войны. Антониади был в свое время ведущим исследователем планет, и его рисунки хорошо согласуются с рисунками Барнарда. Одну особенно интересную серию наблюдений, выполненную Антониади в мае 1928 г., следует описать более подробно⁶⁹.

25 мая в 9 час. 50 мин., наблюдая на 33-дюймовом медонском рефракторе, Антониади заметил темную область в южной части диска (Венера приближалась к верхнему соединению, т. е. к «полновенерию»). К востоку от темной области находилось более темное пятнышко, в то время как у восточного края диска лежала светлая область. Три часа спустя, в 12 час. 45 мин., Антониади видел те же самые детали оставшимися без существенных изменений, но к 9 час. 10 мин. следующего дня главное пятно исчезло и остались только конденсация и светлая область. Вплоть до 30 мая имели место дальнейшие изменения. Картина явления, воспроизведенная автором по описанию Антониади, приведена на рис. IV.

Ленхэм сообщает⁷⁰, что 28 августа 1956 г. Венера наблюдалась на 82-дюймовом рефлекторе обсерватории Мак-Дональд в Техасе при увеличении 900 раз; независимо на

этом же инструменте наблюдал Койпер. Несмотря на хорошее качество дневного изображения, не было видно никаких деталей, но казалось, что весь диск испещрен очень мелкими крапинками. Это сообщение нельзя считать каким-либо доказательством того, что в большие телескопы на Венере не видно никаких определенных деталей. У себя дома, в Суссексе, используя 12½-дюймовый рефлектор, я наблюдал Венеру с точностью до нескольких часов в то же время, что Ленхэм и Койпер. Я видел, что диск был совершенно чистым, не считая увеличений яркости вблизи концов серпа, которые отмечались также и в Техасе. Опять следует подчеркнуть, что часто бывают периоды, когда ни в один телескоп, даже в самый большой, на Венере ничего не видно.

Время от времени на поверхности планеты появляются необычно резкие детали. Типичный случай такого рода отметил в 1924 г. Стивенсон⁷¹, наблюдавший с 6-дюймовым рефрактором при увеличении 280 раз. Он писал: «Я сразу увидел деталь, гораздо более заметную, чем мне приходилось видеть когда-либо раньше. Больше всего бросалась в глаза широкая темная полоса, протянувшаяся на запад в направлении лимба из точки, лежащей немного южнее той, которая была бы центром полного диска... Эта деталь была бы видна в любой инструмент диаметром свыше 3 дюймов». За время между 1949 и 1952 гг. я неоднократно наблюдал некую V-образную деталь, существование которой подтверждалось и другими наблюдателями, но с 1953 г. ее больше не видели.

Даже в наше время некоторые наблюдатели продолжают составлять карты Венеры, придерживаясь той точки зрения, что имеются постоянно существующие детали. Одна из таких карт была составлена в 1932 г. французским астрономом Камю⁷² и включала множество деталей, в том числе яркие полярные зоны, а также темные и светлые области вблизи экватора. В 1935 г. была опубликована другая карта, составленная Андренко⁷³. Эти карты сильно отличаются от первой карты Бианчини, составленной более двух столетий назад, но все же следует помнить, что многие исследователи Венеры сомневаются, имеет ли вообще смысл составлять карты этой планеты. Упомянем еще о том, что Дольфус⁷⁴ составил карту полупостоянных

деталей по наблюдениям на 24-дюймовом рефракторе обсерватории Пик-дю-Миди в Пиренеях.

Какова же, наконец, природа этих размытых темных областей?

Все имеющиеся данные указывают на то, что по крайней мере некоторые из этих деталей реальны, хотя спор все еще продолжается. Мак-Ивен предположил⁷⁵, что «атмосфера Венеры достаточно прозрачна, чтобы можно было видеть детали... относящиеся к нижним и более плотным слоям, соответствующим, скажем, земной тропосфере. Эти детали могут быть связаны с вулканической пылью и дымом или быть смутно различимыми деталями самой поверхности планеты». Дольфус⁷⁶ также придерживается мнения, что по временам сквозь верхний слой облаков могут быть видны темные облака, плавающие в нижних слоях атмосферы, или даже сама поверхность планеты. Другая точка зрения, которой придерживаюсь и я, состоит в том, что темные пятна объясняются попросту явлениями в верхних слоях атмосферы планеты и что никакого постоянства здесь быть не может.

В настоящее время мы можем с уверенностью сказать только то, что природа темных областей остается неизвестной и что их интерпретация крайне трудна.

Светлые пятна

Как приличествует тезке богини красоты, Венера кажется невооруженному глазу почти совершенно белым шаром. Естественно, что, когда она опускается низко к горизонту, земная атмосфера значительно меняет ее окраску, но при нормальных условиях не удастся различить никакого заметного оттенка цвета. Еще Платон⁷⁷ отмечал «белизну» Венеры, и даже в телескоп не заметно никакой сильной окраски.

Обычный цвет Венеры при наблюдении в телескоп лучше всего назвать кремовым. Этим словом пользовались Антониади, Барнард и другие наблюдатели, работавшие с большими инструментами. Время от времени сообщалось о более определенных оттенках: ярко-желтых (Жарри-Делож⁷⁸ в 1922 г., Молсворт в 1897 г., Филиппс в 1924 г.), красных и даже голубых (Жарри-Делож, Молсворт и Мак-Ивен⁷⁹ несколько раз между 1895 и 1930 гг.). Думается, что к таким сообщениям нужно относиться с осторожностью. Визуальные оценки цвета всегда неуверенны, если, как в случае Венеры, под руками нет никакого стандарта для сравнения. Кроме того, многое зависит от фона. Поскольку яркость Венеры очень велика, нет особого смысла вести визуальные наблюдения после захода Солнца, но если все же наблюдать ее на темном фоне, то желтизна будет подчеркиваться; к тому же весьма возможно, что рефракторы сами окрашивают изображение в красные и зеленые тона. Вообще же широко распространено мнение, что сообщения о заметной окрашенности планеты вызываются скорее земными, чем венерианскими причинами.

Тем не менее диск планеты неоднороден. Кроме темных областей и светлых «шапок» на концах серпа, встречаются светлые пятна, подчас довольно заметные. Так же как и в случае темных областей, имеется ряд доказательств их реальности.

Не следует безоговорочно доверять появляющимся время от времени сообщениям о «сверкающих, отчетливо видимых, почти звездообразных пятнах». Их авторами обычно являются наблюдатели, работающие с маленькими рефракторами. Настоящие светлые пятна, как и их темные двойники, имеют сравнительно большие размеры; они размыты, плохо различимы и, как правило, существуют недолго. Они могут появиться в любой момент и в любом месте диска, но размытость пятен затрудняет точное определение положений.

Делались попытки определить собственное движение этих светлых областей. Одно наблюдение с этой целью было сделано Линсом⁸⁰ 6 марта 1928 г. Он в течение 2 час. следил за движением светлой области в направлении от терминатора к лимбу. 6 июля 1951 г. Бартлетт⁸¹ в США следил за светлой областью в течение 54 мин. и отметил ее значительное смещение. К сожалению, нет доказательств того, что образования этого рода движутся в том же направлении и с той же скоростью, как и вся атмосфера в целом, и, кроме того, светлые пятна, очевидно, слишком недолговечны и неустойчивы, чтобы по ним можно было надежно определить период вращения Венеры.

Хорошо заметное светлое пятно появилось в августе 1956 г. Оно было открыто Уотерфилдом⁸² 21 августа в 12 час.—12 час. 30 мин. и описано как «очень светлое и хорошо очерченное пятно на лимбе, совсем рядом с шапкой на северном конце серпа. У меня нет сомнений в его реальности — качество изображений было хорошим и отличным в моменты, когда деталь проступала более отчетливо... Я думаю, что это была наиболее резко очерченная деталь из всех, какие я когда-либо видел на Венере». Затем Уотерфилд сообщил, что 26 августа в 11 час. 45 мин. «светлое пятно все еще было хорошо заметно, но яркость его сильно уменьшилась, очертания стали значительно более расплывчатыми и размеры сильно сократились. Оно занимало теперь меньшую площадь, но, как и ранее, определенно находилось вблизи северного конца серпа». 8 сентября Уотерфилд наблюдал снова: «В моменты, когда качество изображений было хорошим, я мог разглядеть белое пятно; оно находилось на том же месте и, насколько я могу судить, было таким же, каким я последний раз

видел его 26 августа, т. е. более слабое и меньшее по размерам, чем 21 августа».

Я наблюдал Венеру 20 августа на своем 12½-дюймовом рефлекторе при хороших атмосферных условиях. Тогда пятна еще не было видно, но 26 августа в 6 час. я видел его точно таким, как описывал Уотерфилд. (Это было независимым наблюдением, так как письмо Уотерфилда я получил только на следующее утро.) Как и вообще все пятна на диске Венеры, это пятно существовало недолго и к 20 сентября перестало быть видимым.

Иногда светлые пятна, появляющиеся вблизи лимба или терминатора, искажают истинные очертания планеты. Такие пятна кажутся выступами, в то время как находящиеся по соседству темные области создают впечатление впадин. Это всецело эффект контраста; он заметен также в случае полярных шапок Марса, которые кажутся выступающими за пределы диска планеты. Такое явление часто приводило неосторожных наблюдателей к убеждению, что они открыли на Венере огромное плоскогорье. Даже Трувелло, очень способный французский наблюдатель⁸³, был уверен, что светлые пятна — это высокие горные пики, пронзающие непрозрачные слои атмосферы. Эту точку зрения позже поддержал Мак-Ивен⁸⁴, но такое предположение кажется в высшей степени сомнительным.

Фотографические наблюдения, обсуждаемые в главе VIII, показывают, что светлые области часто видны на фотографиях, сделанных в синих и ультрафиолетовых лучах. Однако в общем кажется, что последние не идентичны хорошо заметным светлым пятнам, которые изредка наблюдаются визуально. Термин «хорошо заметные» здесь употреблен, разумеется, применительно к шкале контрастов Венеры.

В общем, светлые пятна на диске Венеры дают нам немного информации. Они так же размыты и непостоянны, как и темные области, и позволяют получить лишь весьма скудные сведения. Нет большого вреда в том, чтобы называть их облаками, но, вероятно, они совершенно отличны от тех облаков, которые плавают в атмосфере нашей Земли.

ГЛАВА VII

Шапки ВЕНЕРЫ

Если бы можно было взглянуть на Землю из межпланетного пространства, то полярные области казались бы сверкающими белыми шапками из-за толстого слоя льда и снега, покрывающего полюса. Именно такую картину мы видим на Марсе. Его полярные шапки тоже белого цвета, что объясняется отложениями какой-то разновидности льда или снега, причем шапки подвержены общим сезонным изменениям, уменьшаясь с наступлением марсианской весны и становясь совсем маленькими к середине лета. Известно, что южная полярная шапка может даже совсем исчезнуть на некоторое время. Еще одна черта сходства между Марсом и Землей заключается в том, что полярные области на обеих планетах почти одинаково наклонены к плоскости орбиты, так как наклон оси вращения Марса отличается от земного всего лишь примерно на 2°.

Отложений льда можно ожидать на таких планетах, как Земля или Марс, обладающих твердой поверхностью и достаточно прозрачными атмосферами. Совершенно ясно, что их нельзя ожидать на Венере, поверхность которой постоянно закрыта облаками. И все же шапки на Венере существуют. Они были впервые открыты Грюйтхойзеном⁸⁵ в 1813 г., и с тех пор их часто видели многие опытные наблюдатели Венеры.

С этими шапками связано много проблем, но прежде чем заняться их разрешением, изучим вид и поведение самих образований.

Скажем для начала, что они никоим образом не сравнимы с земными или марсианскими полярными шапками. Они видны не всегда: шапка может исчезнуть в течение нескольких дней, а затем снова появиться через несколько месяцев. Любой опытный наблюдатель может привести примеры такого рода. В частности, в 1956 г. члены секции

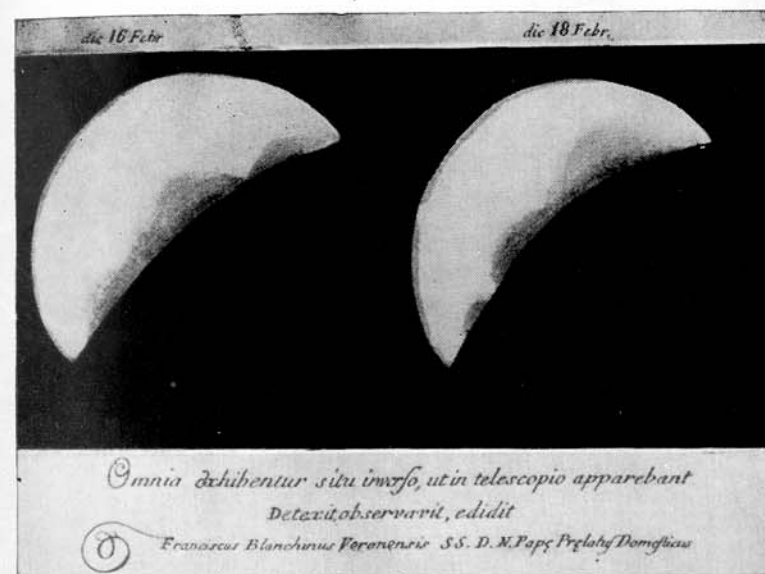
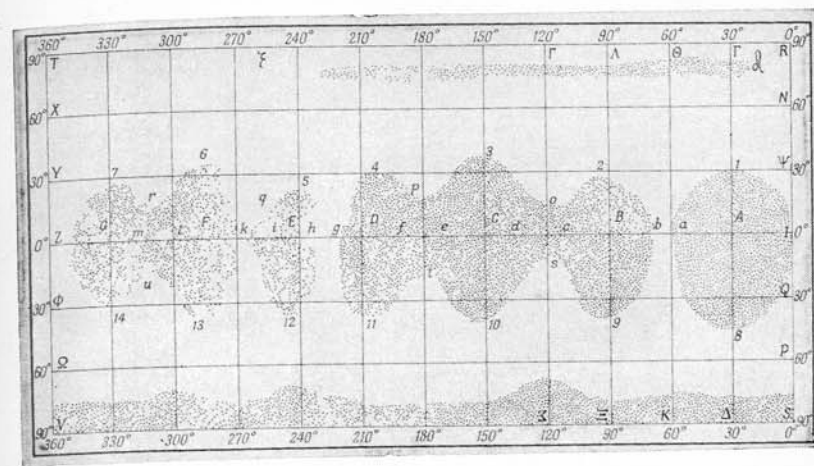
Меркурия и Венеры Британской астрономической ассоциации отмечали⁸⁶, что в июле и в начале августа южная шапка была заметна очень хорошо, в то время как северная отсутствовала или была не видна; затем постепенно размеры и яркость южной шапки уменьшались, и к началу октября она почти исчезла, в то время как северная шапка увеличилась.

По временам шапки могут становиться очень отчетливыми. Часто можно заметить темную кайму, которая отделяет шапки от остальной части диска. Такое же явление наблюдается и на Марсе, и было выдвинуто предположение, хотя и бездоказательное, что темная кайма вокруг марсианских шапок может объясняться увлажнением почвы планеты при таянии льда на границе полярной области, так как влажная почва выглядит темнее, чем сухая⁸⁷. Объяснение такого рода неприменимо к Венере, и это само по себе может служить достаточным свидетельством в пользу того, что природа венерианских шапок отлична от природы марсианских или земных. С 1934 г. по сей день я неоднократно наблюдал шапки и кайму, причем часто эти детали были хорошо заметны в телескоп диаметром не менее 6 дюймов.

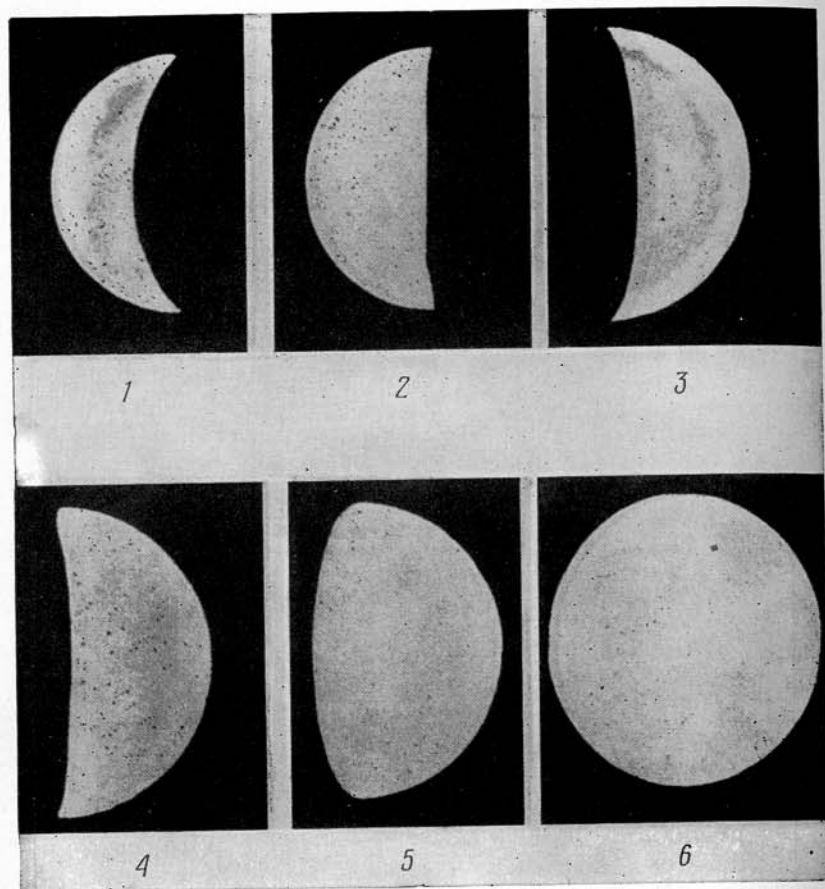
Невольно напрашивается термин «полярные шапки», но он рискован. На самом деле эти детали могут находиться отнюдь не на полюсах, так как мы до сих пор не знаем положения оси вращения Венеры.

Земной экватор наклонен к плоскости орбиты под углом $23^\circ 27'$. Экваториальные плоскости большинства планет имеют примерно тот же наклон: у Марса этот угол составляет около 25° , у Сатурна 26° — 27° , у Нептуна 29° , однако у Юпитера он гораздо меньше (3°), а для Меркурия и Плутона данные отсутствуют. В этом отношении совершенно исключительный случай представляет Уран. Угол наклона его экватора к плоскости орбиты равен 98° , и поэтому мы видим эту планету под несколько необычным углом зрения: например, в 1945 г. полюс находился в центре видимого диска; в 1966 г. через центр диска пройдет экватор, а полюс будет лежать на краю.

Если ось вращения Венеры наклонена подобным же образом, то ее полюса будут видны во всевозможных положениях, и иногда полюс будет находиться в центре

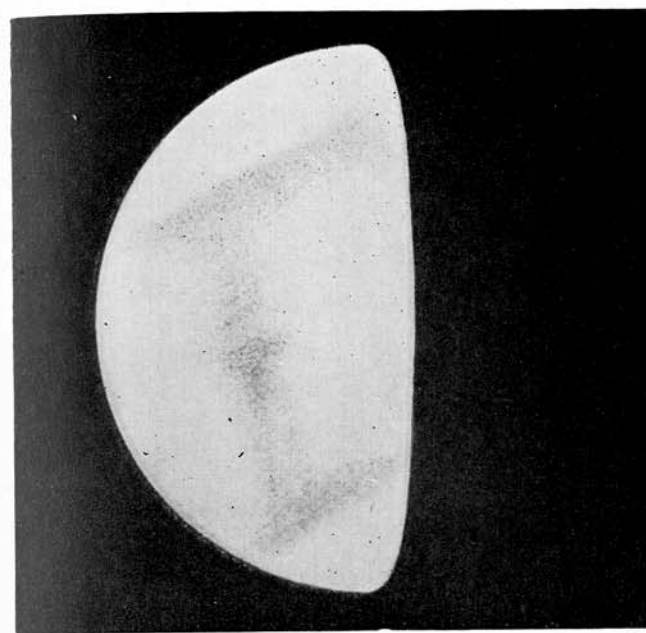


I. Венера по наблюдениям Бланчини. Вверху — карта поверхности; внизу — зарисовки планеты, взятые из «Hesperii et Phosphori Nova Phaenomena» (Rome, 1727).

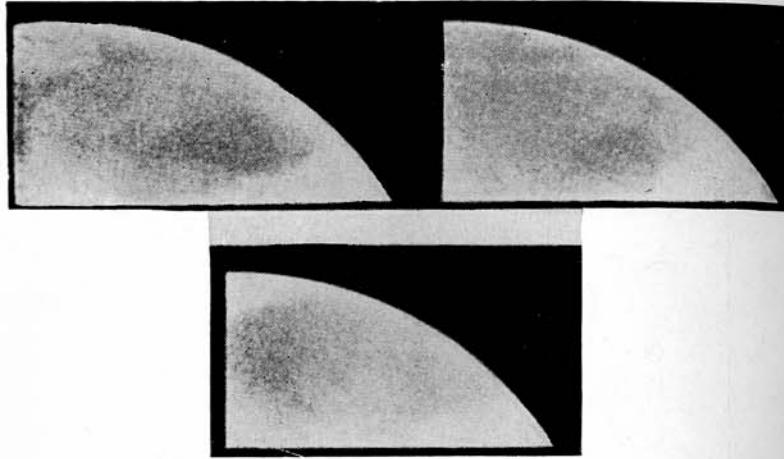


II. Зарисовки Венеры, выполненные членами секции Меркурия и Венеры Британской астрономической ассоциации (воспроизводятся с разрешения Совета ассоциации).

- 1 — Каттермол, 19^h45^m 6 мая 1956 г., $6\frac{1}{2}$ -дюймовый рефлектор, увеличение 230 наблюдатель;
 2 — Абинери, 20^h30^m 17 апр. 1956 г., 8-дюймовый рефлектор, увеличение 232, наблюдатель;
 3 — Хит, 7^h10^m 12 авг. 1956 г., $10\frac{1}{4}$ -дюймовый рефлектор, увеличение 300, наблюдатель;
 4 — Мур, 5^h55^m 26 авг. 1956 г., $12\frac{1}{2}$ -дюймовый рефлектор, увеличение 360, наблюдатель;
 5 — Хит, 7^h45^m 6 окт. 1956 г., $10\frac{1}{4}$ -дюймовый рефлектор, увеличение 300, наблюдатель;
 6 — Вайкс, 9^h40^m 6 янв. 1957 г., 6-дюймовый рефлектор, увеличение 225, наблюдатель.



III. Венера 20 июня 1954 г. в 20^h ; $12\frac{1}{2}$ -дюймовый рефлектор, увеличение 300. Наблюдатель П. Мур.



IV. Юго-восточная часть диска Венеры. Видны светлые и темные области, описанные Антониади в 1928 г. по наблюдениям на 33-дюймовом медонском рефракторе. (Эти рисунки восстановлены по описанию.)

диска. Наблюдения, сделанные Стивенсоном⁸⁸ в 1924 г., привели его к заключению, что это именно так. Позже фотографические наблюдения Койпера⁸⁹ указали на то, что экватор Венеры наклонен к плоскости орбиты примерно на 32° . Койпер считает, что максимальная ошибка этой величины всего 2° , но пока его результат остается неподтвержденным. Дольфус⁹⁰ считает, что «ось вращения планеты лишь немного наклонена к плоскости орбиты». Прежние работы по определению угла наклона основывались только на визуальных наблюдениях, и сейчас не представляют никакой практической ценности, но с исторической точки зрения интересны. Предлагались следующие величины угла наклона: 15° — Бианчини⁹¹ (1727 г.), 53° — Шрётер⁹² (1796 г.). Вот другие оценки: Пиккеринг⁹³ получил величину 5° (1920 г.); Жарри-Делож⁹⁴ получил $45^\circ,5$ (1922 г.); Антониади⁹⁵ — от 60° до 80° (1934 г.), Хаас⁹⁶ — больше 75° (1942 г.), Ширдеваан⁹⁷ — 0° (1949 г.) и Кутшер⁹⁸ — 38° (1954 г.). На основании своих фотографических наблюдений 1927 г. Росс⁹⁹ предложил величину примерно 90° . Таким образом, значения угла наклона, предлагаемые различными наблюдателями, изменяются в пределах 90° — поистине большой выбор!

Если белые шапки действительно не являются «полярными», то остается предположить, что их существование обязано эффекту контраста. Эта идея довольно часто выдвигалась на протяжении последних 60 лет и получила сильного сторонника в лице Антониади, имевшего то преимущество, что для большинства своих наблюдений планет он мог использовать 33-дюймовый медонский рефрактор. Антониади утверждал¹⁰⁰, что шапки кажутся светлыми из-за «повышенной яркости лимба и благодаря тому, что они с двух сторон окружены темным фоном неба». Действительно, некоторые наблюдения вызывают такое подозрение; например, Грюйтхюйзен утверждал, что он лучше всего видел шапки в совсем маленький телескоп, меньше 2 дюймов диаметром.

Несомненно, контраст играет здесь некоторую роль, что видно из экспериментов Виллигера и других, описанных в предыдущих главах. Слабая кайма, обрамляющая шапки, может всецело вызываться этим явлением.

С другой стороны, существенно, что видимость шапок меняется. Как мне удалось показать на основании теории контраста¹⁰¹, шапка, видимая при некоторой фазе, должна быть снова видна при той же фазе в следующую элонгацию (если только условия наблюдений не изменяются). Оказывается, что этого не наблюдается.

Можно привести один интересный пример. Я обратил внимание на условия видимости шапок и обнаружил, что в 1948 г. около дихотомии (восточная элонгация) северная шапка отсутствовала. Она также отсутствовала или была невидима во время той же самой фазы в 1949 г., изредка появлялась, но в общем была плохо заметна в 1951 г., опять была невидима в 1953 и 1956 гг., но в 1957 г. была видна хорошо. В то же время южная шапка отчетливо наблюдалась в 1949 г., но уже в следующую восточную элонгацию она была видна несравненно хуже и так продолжалось вплоть до 1957 г., когда она была явно непостоянна и довольно невелика по размерам. Такого же рода расхождения, соответствующие другим фазам, неоднократно подтверждались различными наблюдателями, намного более искусными, чем я.

Еще один интересный факт заключается в том, что иногда отчетливо наблюдаются движения шапок, которые могут быть или не быть связаны с вращением планеты. К примеру, в период между 6 апреля и 20 мая 1956 г. Гранджер¹⁰² заметил, что южная шапка медленно, но непрерывно вращалась и временами находилась далеко от рога серпа, причем яркость самого рога была значительно меньше. Я получил только частичное подтверждение этого факта, хотя не смог фиксировать положения шапки настолько хорошо, чтобы результаты были надежными. Члены секции Меркурия и Венеры заметили, что во второй половине мая шапка постепенно сокращалась и становилась все более эллиптической, превратившись наконец в светлую область около лимба.

Свидетельства существования движений такого рода получил также Фирсов¹⁰³, наблюдавший через светофильтры, — перемещались не только шапки, но и другие детали на диске Венеры. Такие же исследования предпринимались Ленхэмом¹⁰⁴ и Робинсоном¹⁰⁵; Дольфус¹⁰⁶ тоже наблюдал со светофильтрами, но надо еще много

поработать, прежде чем данные можно будет считать надежными.

Результаты этих исследований, по-видимому, показывают, что явление шапок нельзя объяснить просто эффектом контраста, хотя в целом вопрос остается открытым. Предположим, что шапки действительно существуют, и направим наши усилия на выяснение их возможной природы.

Поскольку нет доказательств того, что наклонение оси вращения Венеры к плоскости орбиты сильно отличается от земного, то, вспоминая результаты Койпера, можно предположить, что шапки действительно отмечают положение полюсов Венеры. Этой точки зрения придерживается американский астроном Бартлетт, который добавляет¹⁰⁷, что «если это так, то нет никакой физической причины, почему бы эти полюса при наличии на Венере воды не могли быть покрыты снегом и льдом, несмотря на близость планеты к Солнцу. Если шапки Венеры действительно являются полярными, то имеет место замечательное совпадение: у трех планет земной группы — Венеры, Земли и Марса — размеры южных полярных шапок больше».

Не следует обращать слишком большого внимания на это кажущееся «совпадение», тем более, что вообще сомнительно, больше ли южная шапка Венеры, чем северная. Значительные размеры, которых могут достигать южные полярные шапки Земли и Марса, объясняются тем, что орбиты обеих планет имеют довольно большой эксцентриситет, а оси вращения наклонены, поэтому получается, что зима в южном полушарии наступает в положении афелия (наибольшего удаления от Солнца), так что на этих планетах к югу от экватора зимы дольше и холоднее, чем в северном полушарии. В то же время орбита Венеры так близка к круговой, что для нее подобный эффект вряд ли заметен.

Теория, согласно которой шапки Венеры состоят из снега, была первоначально выдвинута Грюйтхюйзенем более века назад⁸⁰, но как будто встречает непреодолимые трудности. Существование снежных полей невозможно в свете того, что мы знаем о климате Венеры. Ее атмосфера содержит много углекислоты, которая, как одеяло, сохраняет солнечное тепло, и поэтому на поверхности

планеты должно быть очень жарко. Кроме того, все наблюдения говорят о том, что истинная поверхность планеты постоянно скрыта от нас. Если мы действительно видим полярные снега, тогда и другие детали на диске Венеры — темные области, светлые пятна и др. — тоже должны быть деталями твердой поверхности планеты, и мы возвращаемся к представлениям времен Бианчини, когда он рисовал свою «карту». Кроме того, было бы весьма трудно объяснить изменения видимости шапок.

Предполагалось даже, что шапки представляют собой возвышенные, покрытые льдом плоскогорья, на тысячи метров поднимающиеся над поверхностью планеты и благодаря этому выступающие поверх облаков; появление и исчезновение шапок при этом объясняются колебаниями прозрачности верхних слоев атмосферы.

Следует упомянуть об идее, выдвинутой И. Т. Зоткиным и А. Н. Чигориным¹⁰⁸. Они предположили, что возникновение шапок объясняется местной повышенной яркостью атмосферы, обусловленной высокой отражающей способностью подстилающей поверхности. Затем предполагается, что шапка может быть видима, только если она оказывается в плоскости, проходящей через центр планеты и перпендикулярной лучу зрения. Таким путем советские астрономы получили еще одно значение угла наклона оси вращения, равное 51° .

В 1926 г. Стивенсон высказал предположение¹⁰⁹, что шапки могут быть связаны с дневной дымкой, и при этом добавил: «Я заметил, что они не участвуют в движениях, которые совершают прочие детали. Такого же рода явление иногда видно на Марсе. В случае Венеры один конец серпа всегда более искажен, чем другой, а это свидетельствует о том, что белые пятна не совсем иллюзорны. Если бы это было так, оба конца серпа были бы искажены одинаково».

Как бы то ни было, вполне возможно, что природа подстилающей поверхности планеты играет здесь какую-то роль. Однако мы все еще не можем решить, есть ли на Венере горы или нет, а ведь рельеф поверхности должен очень сильно влиять на характер атмосферной циркуляции. Если поверхность планеты более или менее ровная, а период вращения намного больше нашего, то там должны

дуть сильные постоянные ветры, которые и могут вызвать появление шапок. Особенности атмосферной циркуляции в полярных областях могут привести к образованию устойчивых облаков верхнего яруса, которые иногда при нарушении постоянства ветров рассеиваются, а через некоторое время образуются вновь. В настоящее время мы не можем сказать, существуют ли в полярных областях высокие плато или нет.

Природа темной каймы вокруг шапок остается неясной. Наблюдения, сделанные Койпером на 82-дюймовом рефлекторе обсерватории Мак-Дональд в Техасе, показали¹¹⁰, что темная кайма вокруг полярных шапок Марса действительно существует. Но в случае Венеры этого может и не быть. Небольшое уменьшение яркости шапки, возможно, могло бы привести к исчезновению прилегающей к ней каймы, если она обусловлена эффектом контраста, и мои собственные работы¹¹¹ указывают на то, что кайма видна только в тех случаях, когда шапки особенно отчетливы. До тех пор пока не будут получены более определенные данные, по-видимому, лучше рассматривать темную кайму как оптический эффект, т. е. придерживаться мнения Антониади.

Белые шапки принадлежат к числу наиболее интересных деталей, видимых на диске Венеры. Очень интересно следить за их изменениями, за тем, как они становятся ярче или блекнут, но привлекательная идея о том, что они состоят из снега и льда, мало правдоподобна. Зато, когда людям удастся достигнуть Венеры, они по крайней мере не подвергнутся риску замерзнуть среди арктических льдов сестры нашей Земли.

Атмосфера ВЕНЕРЫ

✓ В 1761 г., когда Земля, Венера и Солнце находились на одной прямой, Венера прошла по диску Солнца, проектируясь на ослепительную солнечную поверхность в виде черного кружка. Явление прохождений рассматривается ниже, но прохождение 1761 г. особенно примечательно благодаря наблюдениям М. В. Ломоносова, первого крупного русского астронома. Некоторая размытость очертаний или легкая дымка, окружавшая диск планеты во время прохождения, навела Ломоносова на мысль, что «планета Венера окружена знатною воздушною атмосферою, таковою (лишь бы не большею), какова обливается около нашего шара земного»¹¹². ✓

Струве заметил¹¹³, что имеются некоторые сомнения относительно того, была ли эта «дымка» действительно связана с атмосферой Венеры, но так или иначе выводы Ломоносова оказались совершенно правильными. В настоящее время советские астрономы всегда настоятельно подчеркивают, что приоритет этого открытия принадлежит Ломоносову, а не более поздним наблюдателям Шрётеру и Гершелю¹¹⁴. Правда, наблюдения Ломоносова остались тогда почти незамеченными, а его современник — известный французский астроном Лаланд — был склонен считать, что Венера отнюдь не имеет атмосферы, сравнимой с нашей земной¹¹⁵.

Примерно 30 лет спустя этот вопрос изучал Шрётер¹¹⁶. Астроном из Лилиенталя не пропустил ни одного важного факта и не забыл отметить две существенные особенности, заметные при наблюдении Венеры в телескоп. Во-первых, яркость планетного диска заметно падает к терминатору, что указывает на поглощение в оболочке, окружающей планету; во-вторых, часто можно наблюдать, что рога серпа продолжают далеко за пределы половины окружности, чего никогда не бывает у Луны и может произойти

лишь тогда, когда небесное тело окружено более или менее протяженной атмосферой. Аргументация Шрётера была очень убедительной. Ослабление яркости в направлении терминатора выражено очень отчетливо, а удлинение рогов может быть таким значительным, что иногда они смыкаются вокруг неосвещенного полушария в виде кольца. Впервые это отметил Гатсри¹¹⁷ в 1842 г.; в 1866 и 1874 гг. это явление видел Лайман¹¹⁸, а потом его наблюдали многие астрономы¹¹⁹. Превосходные фотографии упомянутого явления были получены Слайфером и Эдисоном на обсерватории Ловелла в Аризоне¹²⁰.

Гершель также нисколько не сомневался в существовании у планеты газовой оболочки и писал¹²¹, что «атмосфера Венеры, по всей вероятности, очень значительна, о чем свидетельствуют не только изменения слабых пятен, наблюдающихся на ее поверхности, но также освещенность рогов серпа, когда планета находится вблизи нижнего соединения и рога простираются далеко за пределы полукруглости».

Существование атмосферы отнюдь не удивительно. Даже во времена Шрётера и Гершеля знали, что Венера и Земля — почти тождественные близнецы по размеру и массе, и логично было думать, что их атмосферы также сходны по протяженности и химическому составу. Считали, что газовый покров Венеры богаче облаками, чем наш собственный, и что эти облака предохраняют поверхность планеты от солнечного тепла. Гершель подчеркивал выгодные стороны такой затененности; он считал, что на Венере должны существовать разумные существа, как и на Луне и даже в недрах Солнца!

В 1825 г. Пэстрофф сообщил¹²², что он видел признаки существования очень протяженной «внешней атмосферы» Венеры, но в следующем году Ритц¹²³ показал, что этот эффект был всего лишь оптическим обманом. Интересные замечания по поводу атмосферы Венеры сделал также знаменитый исследователь Луны — Мёдлер¹²⁴.

К середине XIX в. положение было следующим: было известно, что у Венеры есть атмосфера, но состав ее оставался загадкой. Ожидалось, что развитие спектрального анализа даст более определенные результаты, и надеялись обнаружить следы кислорода и водяного пара. Пер-

вые же работы подтвердили это предположение. Во время прохождений Венеры по диску Солнца в 1874 и 1882 гг. Таччини и Рикко в Италии¹²⁵ и Юнг в Америке¹²⁶ нашли, как они считали, определенные доказательства наличия водяного пара; а где есть водяной пар, там — утверждают они — вероятно, есть и свободный кислород. Характеризуя ситуацию, сложившуюся к 1894 г., Шейнер писал¹²⁷: «Таким образом, не может быть сомнений в том, что атмосфера Венеры обладает теми же поглощающими свойствами, как и наша, и, следовательно, природа этих двух атмосфер должна быть сходной».

К сожалению, ранние спектроскопические работы были далеко не надежны. Проблема в целом очень сложна, поскольку спектр Венеры с трудом поддается интерпретации. В основном он представляет собой спектр отраженного солнечного излучения с накладывающимися на него слабыми линиями, вызванными газами, входящими в состав атмосферы планеты. Однако имеется еще дополнительная сложность, возникающая из-за того, что прежде, чем достигнуть земного наблюдателя, лучи света должны пройти сквозь нашу собственную атмосферу, в результате чего в спектре появятся линии кислорода и водяного пара земной атмосферы. Линии такого происхождения называются теллурическими.

Можно надеяться отделить настоящие венерианские линии от теллурических, используя хорошо известный эффект Доплера. Если тело приближается к нам, линии в его спектре слегка смещены в направлении коротковолнового (фиолетового) конца; если тело удаляется, то имеет место смещение к красному концу. (Здесь существует некоторая аналогия с изменением тона свистка движущегося поезда: когда поезд приближается, тон свистка повышен, а когда поезд пройдет через ближайшую к наблюдателю точку и начнет удаляться, тон понижается из-за того, что длина звуковой волны увеличивается.) Когда Венера удаляется от нас, теллурические компоненты полосы кислорода в спектре остаются без изменения, а венерианские смещаются к красному концу спектра. Поэтому наблюдаемая спектральная линия либо раздвоится, либо просто расширится в сторону красного конца. Подобным же образом, когда Венера приближается

к нам с наибольшей возможной скоростью, должно происходить раздвоение или расширение наблюдающейся нами составной линии в сторону фиолетового конца спектра.

Теоретически такой метод полностью разработан, и в 1922 г. астрономы обсерватории Маунт Вилсон взялись за эту проблему с целью выявить следы венерианского кислорода¹²⁸. Они потерпели полную неудачу. В 1932 г. Адамс и Данхэм¹²⁹ предприняли на обсерватории Маунт Вилсон еще одну попытку, используя усовершенствованную аппаратуру, установленную на 100-дюймовом рефлекторе, — и снова ожидаемый кислород ничем не выдал своего присутствия. Зато Адамс и Данхэм открыли полосы поглощения в инфракрасной области спектра, которые им сначала не удалось отождествить. Позднее было установлено, что эти полосы принадлежат углекислому газу¹³⁰.

Эти неудачи явились не только неожиданными, но и обескураживающими. В нашей атмосфере и в атмосфере Марса углекислый газ присутствует в относительно малых количествах, а большая его концентрация, по-видимому, препятствует возникновению условий, благоприятных для жизни каких бы то ни было высокоорганизованных животных. Атмосфера из углекислого газа, удерживая солнечное тепло, создает сильный «парниковый эффект»; поэтому температура поверхности должна быть высокой. Новые методы, примененные Адамсом и Данхэмом, обрисовали положение вещей совсем иначе, нежели его представлял 35 годами раньше Стоуни¹³¹, считавший, что атмосфера Венеры насыщена влагой и является почти точной копией нашей земной.

Слайфер и Адель¹³² установили, что количество углекислого газа в атмосфере Венеры эквивалентно слою газа толщиной 3,2 км при нормальном атмосферном давлении и температуре, в то время как весь земной углекислый газ составил бы при тех же условиях слой всего в 10 м.

Положение с вопросом о водяных парах совершенно изменилось после недавнего исследования, выполненного американскими астрономами¹⁷⁶. В ноябре 1959 г. Росс (пилот) и Мур* предприняли подъем на аэростате со спе-

* Однофамилец автора настоящей книги. — Прим. ред.

циальной целью исследовать Венеру и обнаружили водяной пар в атмосфере планеты. Вот отрывок из сообщения об их полете:

«Росс и Мур испытывали определенные трудности, связанные с колебаниями гондолы аэростата в течение того получасового отрезка времени, когда Венера была доступна для наблюдений. Несмотря на это, им удалось провести три серии наблюдений. В каждом из этих периодов поток инфракрасного излучения, падавший на приемник, модулировался линиями в полосе поглощения водяных паров (около $11\ 300\ \text{\AA}$). Согласно калибровке, проведенной в барокамере (если пренебречь поправкой за общее газовое давление), получившееся среднее значение глубины модуляции ($5\% \pm 4\%$) соответствует такому количеству водяного пара в атмосфере Венеры, которое эквивалентно слою жидкой воды толщиной 53 микрона. После деления на 2,8 (поправка за двойное прохождение света сквозь атмосферу и среднее наклонение луча) получаем, что толщина эквивалентного слоя воды над верхней границей облачного слоя равна 19 микронам. Если атмосферное давление на Венере меньше, чем было при калибровке в барокамере, эта глубина модуляции должна соответствовать большему содержанию воды. Такое увеличение было бы незначительным при давлении выше 0,1 атмосферы, так как изменение глубины модуляции пропорционально скорее первой степени давления, а не корню квадратному из него. Количество водяного пара в земной атмосфере над гондолой было пренебрежимо малым. Измеренное содержание воды в атмосфере Венеры примерно в 4 раза больше, чем в нашей стратосфере, и приблизительно равно содержанию воды в атмосфере Земли над облаками верхнего яруса. Мы предполагаем, что ниже облачного слоя в атмосфере Венеры содержится гораздо больше водяного пара».

Интересна также одна из недавних работ Уорнера^{176в}. Уорнер рассмотрел данные Н. А. Козырева о подробностях спектра ночной стороны Венеры. Подтверждено существование полос азота, отмечены многочисленные совпадения с линиями кислорода, как нейтрального, так и однократно ионизованного. Присутствия азота можно было ожидать, поскольку он обилён и в земной атмосфере

и, согласно Вокулеру, составляет 98% газовой оболочки Марса¹³³, но кислород на Венере ранее не отмечался. Работа Уорнера не доказывает необходимости существования большого количества молекулярного кислорода; кислород может появляться вследствие диссоциации углекислого газа CO_2 на кислород и окись углерода CO под действием солнечного ультрафиолетового излучения.

В этой связи следует привести одно интересное суждение, высказанное Фирсовым¹³⁴ и независимо от него Н. П. Барабашовым^{176а}. Фирсов подчеркивает, что Венера, как и Земля, вероятно, обладает сильным магнитным полем, и продолжает: «Газы обладают различной магнитной восприимчивостью. Некоторые парамагнитны и притягиваются магнитом, другие диамагнитны и отталкиваются им. Оказывается, что из всех газов кислород является наиболее сильным парамагнетиком, а двуокись углерода обладает наиболее сильными диамагнитными свойствами. Силы, которые здесь действуют, слабы, но в сочетании с термическими эффектами они могли бы привести к появлению у молекул углекислого газа заметной тенденции подниматься выше кислорода». Таким образом, по мнению Фирсова, нижние слои атмосферы могут быть богаты кислородом и даже пригодны для дыхания. Эта теория имеет совершенно предварительный характер, но интересна.

Новейшие результаты показывают, таким образом, что атмосфера Венеры содержит большое количество углекислого газа, а также водяной пар и, возможно, кислород. Наши представления об атмосфере Венеры за последние несколько лет в корне изменились.

Высокая отражательная способность Венеры объясняется, конечно, свойствами атмосферы, и заманчиво связать ее с «облаками». Природа облаков Венеры является одной из наиболее интересных загадок этой планеты. Визуальные наблюдения в окуляр телескопа мало способствуют раскрытию этой тайны, поэтому обратимся сперва к результатам фотографических наблюдений.

В большинстве областей астрономии человеческий глаз полностью вытеснен фотографической пластинкой, и крупнейшие инструменты мира, например 200-дюймовый рефлектор Паломарской обсерватории, используются главным

образом для фотографических работ. Для этого существуют веские основания. Фотографическая пластинка регистрирует свет непрерывно в течение всего времени экспонирования и не вносит субъективных ошибок, связанных с личностью наблюдателя. Кроме того, глаз со временем утомляется, а фотографическая камера нет. Во время экспозиции в эмульсии пластинки идет процесс накопления фотохимического эффекта, в результате чего оказывается возможным фотографировать такие слабые звезды и галактики, которые полностью лежат за пределами, доступными наблюдению глазом даже в 200-дюймовый паломарский рефлектор.

Справедливо, однако, и то, что для некоторых видов работ по наблюдению планет глаз все еще сохраняет ряд преимуществ; доказательством этого являются фотографические снимки Марса, поистине разочаровывающие с точки зрения изучения таких проблем, как вопрос о существовании знаменитых марсианских «каналов». Когда мы экспонируем фотопластинку, очень тонкие детали поверхности планеты неизбежно «замываются» из-за неспокойствия земной атмосферы, тогда как глаз наблюдателя способен выбирать короткие моменты, когда качество изображений бывает отличным. Венера ставит ряд специальных проблем и принадлежит к числу тех объектов солнечной системы, получение хороших фотографий которых представляет наибольшие трудности. Фотографируя Венеру в белом свете, мы не получим на фотографии ничего, кроме поверхности облачного слоя, что не даст нам никакой существенной информации. Приведенная на рис. VI фотография серпа Венеры была сделана на 200-дюймовом рефлекторе, но на ней не видно никаких деталей. Знаменитую фотографию Венеры и кометы Галлея, сделанную в 1910 г., стоило включить в книгу из-за чисто исторического интереса, но для изучения самой Венеры фотографии такого рода практически ничего не дают (см. рис. VIII).

Можно ожидать несколько лучших результатов, фотографируя Венеру в лучах специально подобранных длин волн. Относительно более длинноволновые лучи (красные) обладают большей проникающей способностью, а коротковолновые (синие и фиолетовые) — меньшей.

В результате этого наше дневное небо имеет голубой цвет: солнечные лучи коротких длин волн рассеиваются атмосферой, в то время как длинноволновые лучи проходят сквозь нее с меньшими помехами. Если фотографировать Марс в красных или инфракрасных лучах, детали его поверхности получаются отчетливо, в то время как на фотографиях, сделанных в синих и ультрафиолетовых лучах, никаких деталей обычно не видно. Это происходит из-за того, что коротковолновым лучам не удается проникнуть даже сквозь относительно тонкую атмосферу Марса¹³⁵.

В случае Венеры мы с самого начала оказываемся в затруднении, так как не знаем протяженности ее атмосферы. Давняя оценка Ватсона¹³⁶ давала 90 км, но сейчас она представляет только исторический интерес. Спенсер Джонс заявил¹³⁷, что «атмосфера Венеры, по-видимому, несколько менее протяженна, чем атмосфера Земли». Мак-Ивен впал в другую крайность, считая, что атмосфера может простираться до 1500 км!

Были основания ожидать, что при фотографировании в инфракрасных лучах мы сможем проникнуть по крайней мере до нижних слоев атмосферы и получить о них какие-нибудь сведения. Однако эти надежды не оправдались. На инфракрасных фотографиях было видно не больше, чем на снимках в обычном белом свете. В 1924 г. Райт¹³⁸ провел серию экспериментов по фотографированию через фильтры, а затем в 1927 г. Росс¹³⁹ получил ряд превосходных снимков на 60- и 100-дюймовых рефлекторах обсерваторий Маунт Вилсон. Некоторые из снимков Росса приведены здесь (см. рис. VII). Самым интересным оказалось то, что именно в ультрафиолетовых, а не в красных лучах на диске планеты были видны отчетливые детали.

Чтобы объяснить причину этого явления, Росс выдвинул ряд предположений. Можно думать, например, что истинная поверхность Венеры — желтоватая или красноватая и что ее атмосфера насыщена желтоватой пылью, попадающей в атмосферу при ураганах. Обычно такие «запыленные» области покрыты сверху слоем облаков, возможно, аналогичных нашим перистым; темные же пятна на диске планеты представляют собой прорывы в этом слое, сквозь которые видны нижние слои¹⁴⁰. С точки зрения Росса, большая яркость диска Венеры обь-

ясняется чем-нибудь вроде постоянно существующей дымки. Этого мнения придерживается и Спенсер Джонс¹⁴¹. К величайшему сожалению, фотографические пластинки, полученные Россом, безвозвратно утеряны¹⁴².

В последующие годы в этом направлении работали мало. Наиболее важные фотографические результаты получены Койпером¹⁴³ на обсерватории Мак-Дональд в Техасе в 1950 г., Н. А. Козыревым¹⁴⁴ в СССР, оценившим толщину тропосферы примерно в 10 км, Дольфюсом¹⁴⁵ на Пик-дю-Миди и Ричардсоном¹⁴⁶ на Маунт Вилсон. На снимках Койпера, как и на фотографиях Росса, диск планеты пересечен размытыми полосами; это же подтверждается результатами Ричардсона, сделавшего важную и в общем успешную попытку сопоставить фотографические наблюдения с рисунками, сделанными примерно в то же время при независимых визуальных наблюдениях.

Дольфюс, выполнивший длительное фотографическое и визуальное исследование, пришел к выводу, что «в атмосфере Венеры, по крайней мере в верхних ее слоях, плавают облачные вуали заметной плотности. Эти облака находятся в непрерывном движении, их высота несколько километров. Через более прозрачные «окна» между облаками смутно различимы нижние слои атмосферы, а также сама поверхность планеты; расположение «окоп прозрачности» можно зарисовать»¹⁴⁷. Мысль о том, что мы смутно различаем детали поверхности, не нова и, как мы видели, уже была высказана Мак-Ивеном¹⁴⁸ и разделялась Хаасом¹⁴⁹. Сам Дольфюс является сторонником гипотезы, что Венера все время обращена к Солнцу одной стороной (эту точку зрения мы рассмотрим подробнее в гл. IX).

Для того чтобы получить ценные с научной точки зрения фотографии Венеры, не обязательно использовать очень большие инструменты. Рэкхэм¹⁴⁹ (Кембридж) получил отличные результаты при помощи 6-дюймового рефлектора; и телескоп и камеру Рэкхэм изготовил сам, а фотографии по качеству сравнимы с полученными им же на 30-дюймовом инструменте. Гэдсен, выполняя трехцветную фотометрию Венеры¹⁵⁰ при помощи 24-дюймового рефлектора, смог подтвердить существование темной

детали, наблюдавшейся визуально Робинсоном¹⁵¹ примерно в то же время.

В 1937 г. на основании визуальных и фотографических исследований Вильдт пришел к выводу¹⁵², что облака Венеры могут состоять из формальдегида (соединение углерода, водорода и кислорода — CH_2O), образовавшегося под действием солнечного ультрафиолетового излучения. Хотя чистый формальдегид бесцветен, как и его пары, малейшие следы присутствия водяного пара тотчас приводят к образованию плотного белого облака¹⁵³, состоящего из капелек муравьиной кислоты CH_2O_2 . Однако, как известно, поиски полос формальдегида в ультрафиолетовом спектре Венеры остались безрезультатными¹⁵⁴. Сьюсс¹⁵⁵ высказал предположение, что облачный слой может состоять из солей, таких, как хлористый натрий и хлористый магний, оставшихся после высыхания первичных океанов Венеры, но это опять-таки недоказуемо.

Во всяком случае, не приходится особенно сомневаться в том, что атмосфера Венеры содержит частицы того или иного сорта *. Персиваль Ловелл одним из первых установил это с определенностью¹⁵⁶, а затем то же самое подтвердили все последующие работы, в том числе фотографические исследования Б. П. Герасимовича¹⁵⁷. Естественно предположить, что эти частицы находятся в движении; истинная же их природа еще не ясна **.

Разумеется, многое зависит от температурных условий в атмосфере. Так как Венера ближе к Солнцу, чем мы, можно ожидать, что она более нагрета, причем ранние измерения подтверждали это предположение. Однако первое же тщательное исследование, проведенное в 1923—1928 гг. Петтитом и Никольсоном¹⁵⁸ на обсерватории Маунт Вилсон, привело к иным результатам.

Работа Петтита и Никольсона выполнена на 100-дюймовом рефлекторе с помощью термонар. В принципе тер-

* Автор имеет в виду твердые или жидкие частицы типа пылинок или капелек, взвешенные в атмосфере Венеры.— *Прим. ред.*

** Особенности рассеяния света частицами атмосферы Венеры посвящены также две важные работы советских ученых: В. В. Соболев, *Астроном. журн.*, 21, № 5 (1944) и Н. П. Барабашов, В. И. Езерский, *Изв. АН Каз. ССР*, № 90, вып. 1—2, стр. 36—52 (1950).— *Прим. ред.*

мопара представляет собою электрическую цепь, образованную двумя проволоками из разного материала, концы которых спаяны. Если один спай нагревать, поддерживая другой при постоянной температуре, то в цепи потечет ток, по величине которого можно судить о вызвавшей его разности температур. На практике приходится иметь дело с рядом дополнительных трудностей, но в принципе метод достаточно прост и для Марса и Луны дал очень точные результаты.

В подробной статье¹⁵⁹, посвященной этому вопросу, Петтит и Никольсон приходят к выводу, что температура освещенной, или дневной, стороны равна -38°C , а темной, или ночной, -33°C . Такие относительно низкие температуры неожиданны, но, естественно, они относятся только к верхним слоям протяженного облачного покрова Венеры. Более новые измерения Н. А. Козырева в Крыму¹⁴⁴ дали значение -90°C . К числу самых надежных из полученных до настоящего времени данных принадлежат результаты Синтона и Стронга¹⁶⁰; окончательное значение, определенное ими, равно примерно -40°C как для темной, так и для освещенной сторон Венеры.

Эти результаты дают обильную пищу для размышлений. Два видных американских астронома Мензел и Уиппл пересмотрели вопрос об облаках Венеры в свете новых результатов и пришли к довольно неожиданному заключению, что облака состоят не из пыли, а из воды¹⁶¹. Мензел и Уиппл впервые изложили эту гипотезу в докладе, прочитанном на съезде Американского астрономического общества в Анн Арбор в июне 1954 г.

Их теория базируется на измерениях поляризации света Венеры, произведенных в 1929 г. Бернаром Лио — крупным французским астрономом, чья внезапная и неожиданная смерть явилась трагической потерей для науки. Несмотря на то, что эти измерения были сделаны давно¹⁶², они, вероятно, до сих пор принадлежат к числу лучших из имеющихся в нашем распоряжении и притом отнюдь не согласуются с «пылевой теорией». Из всех веществ, с которыми экспериментировал Лио, только у капелек воды связь поляризации с углом рассеяния достаточно хорошо согласовывалась с тем, что наблюдается у Венеры. Низкие значения температур, полученные Син-

тоном и Стронгом, также не противоречат этой гипотезе; ее подтверждают также недавние наблюдения с аэростата, которые привели к открытию на планете водяного пара. Вот что пишут Мензел и Уиппл¹⁶¹: «Измерения поляризации, сделанные Лио, показывают, что предположение о водяных каплях удовлетворительно согласуется с имеющимися данными. Капли, из которых состоят облака Венеры, однородны по размерам и слишком велики для пыли, занесенной на большую высоту в результате атмосферных процессов. Еще никто не предложил другого вещества, столь же подходящего с точки зрения соответствия поляризационным и другим известным отражательным свойствам облаков Венеры, как капли воды». Авторы статьи идут дальше, предполагая, что поверхность Венеры целиком покрыта водой.

Полного единодушия между астрономами по этому вопросу еще нет. Например, Эпик¹⁶³ усиленно возражает против «водяной» теории и предлагает пересмотреть измерения температуры; он считает предпочтительным значение примерно $+44^{\circ}\text{C}$ вместо -40°C по Синтону и Стронгу¹⁶⁴. Однако открытие на Венере водяного пара как будто устраняет возражения, выдвинутые Эпиком, и сейчас «морская теория» Уиппла — Мензела представляется наиболее подходящей, хотя определенные доказательства ее пока отсутствуют.

О системе ветров на Венере ничего определенного еще не известно. В 1908 г. Клайден¹⁶⁵ высказал предположение, что в результате конвективных токов образуется тонкий и клочковатый слой перистых облаков, плавающий в верхних слоях атмосферы Венеры и как бы покрывающий планету тонкой вуалью. Росс, как мы видели, считал, что облака находятся в бурном движении; этой же точки зрения придерживаются Койпер¹⁶⁶ и др. Но, пока мы не знаем периода вращения планеты или положения ее оси, у нас нет надежды на разрешение этой задачи*.

В заключение этой главы остановимся на одном любопытном факте, который, по-видимому, связан с газовой оболочкой планеты, хотя природа его чисто оптическая.

* О строении атмосферы Венеры см. также В. В. Шаронов, Природа планет, Физматгиз, 1958, особенно § 60. — *Прим. ред.*

Речь идет о моменте дихотомии, когда для земного наблюдателя фаза Венеры становится равной точно половине.

Момент дихотомии может быть предсказан теоретически с большой точностью, но оказывается, что в восточной элонгации, когда Венера является вечерней звездой и, следовательно, ее серп убывает, дихотомия всегда наступает задолго до предсказанного времени; в западной же элонгации, когда фаза Венеры, видимой на утреннем небе, растет, дихотомия всегда запаздывает. Первым астрономом, обратившим внимание на это явление, был Шрётер¹⁶⁷, который в 1793 г. обнаружил, что теоретический и наблюдаемый моменты дихотомии различаются на целых 8 суток. Правильно было бы называть это расхождение «эффектом Шрётера». Позднее Беер и Мёдлер определили, что в среднем это различие равно 6 суткам и что дихотомия наступает раньше в восточной элонгации и позже в западной¹⁶⁸. Примерно к тому же времени относятся оценки, сделанные итальянским астрономом Ди-Вико¹⁶⁹.

Момент наступления дихотомии определить нелегко. Терминатор редко оказывается не искаженным, что видно на приведенных здесь рисунках; вообще говоря, он может казаться «прямым» в течение нескольких суток подряд, и даже применение различных измерительных приборов помогает мало. В вопросе о величине расхождений между наблюдаемым и предвычисленным моментами дихотомии существуют большие разногласия. По определениям Мак-Ивена и Лииса¹⁷⁰, относящимся к 1927 г., это время равно 2 неделям; согласно американскому наблюдателю Вентнеру¹⁷¹, оно равно 12 суткам и т. д. Сам я в 1953 г. получил величину 13 суток. Хит — один из наиболее искусных и опытных современных наблюдателей Венеры — подробно обсудил этот вопрос в опубликованной в 1955 г. статье¹⁷². По его словам, «в момент дихотомии терминатор всегда сильно затенен, что происходит, несомненно, благодаря скользящему падению солнечных лучей в области терминатора, поглощению и рассеянию света в атмосфере Венеры, а также потому, что преломленные атмосферой лучи не попадают к наблюдателю. По этой причине самый край терминатора может даже вообще остаться незамеченным. Возможно, что различие между наблюдаемым

и теоретическим моментами дихотомии может в большой степени, если не всецело, объясняться совокупностью этих явлений». Собственные наблюдения Хита с 1927 по 1958 г. показали, что различие обычно составляет около 2 суток, но иногда достигает 6—7 суток. Немецкий астроном Занднер дает в качестве средней величины 4 суток¹⁷³.

Многие визуальные наблюдатели, особенно члены секции Меркурия и Венеры Британской астрономической ассоциации и Ассоциации наблюдателей Луны и планет в США, пытались выяснить, постоянна ли величина различия моментов дихотомии, но не получили определенных результатов главным образом потому, что в критические периоды погода часто не благоприятствует наблюдениям, и число наблюдений оказывается недостаточным.

Реален эффект Шрётера или нет, но он наблюдается регулярно. Антониади¹⁷⁴ считал его чисто физиологическим, что по крайней мере более правдоподобно, чем выдуманное давным-давно предположение Беера и Мёдлера¹⁶⁸ о том, что явление вызывается тенями, отбрасываемыми на поверхность планеты высокими горами. Истинная причина явления все еще довольно неопределенна.

В своей недавно вышедшей книге В. А. Бронштэн¹⁷⁵ подводит итоги работы двух энергичных советских астрономов-любителей Н. Н. Михельсона и В. Н. Петрова, измеривших большое количество зарисовок Венеры. Эти измерения говорят о том, что аномалии фазы не ограничиваются только периодами вблизи дихотомии: в фазах серпа освещенная часть диска Венеры шире, а в фазах «горбушки» уже, чем должна быть. Первым на это обратил внимание еще в начале тридцатых годов В. А. Бронштэн, хотя на что-то подобное указывали ранее¹⁷⁶ Кассини (1692 г.) и Дрю (1874 г.).

✓ Пожалуй, то, что мы знаем об атмосфере Венеры, должно разочаровать приверженцев гипотезы об обитаемости других миров: венерианская атмосфера определенно непригодна для поддержания высших форм жизни. Впрочем, она все же кажется несколько менее неудобной, чем считалось до самого последнего времени. ✓

Вращение ВЕНЕРЫ

✓ Наши знания о Венере столь скудны, что мы еще не имеем практически никакого представления о периоде вращения планеты вокруг своей оси. Период вращения Земли известен настолько точно, что современные часы позволяют обнаруживать в нем едва уловимые неправильности; период вращения Марса известен с точностью до долей секунды, и даже период вращения Плутона удалось оценить более или менее точно. Но в случае Венеры положение совсем иное. Здесь стоит вопрос не о возможной ошибке в минуту или в час — мы были бы рады узнать период вращения с точностью хотя бы до нескольких месяцев! ✓

Марс имеет тонкую и прозрачную атмосферу, а детали на его поверхности резки и хорошо очерчены. Вследствие вращения планеты эти детали перемещаются по ее видимому диску, что значительно облегчает задачу определения периода вращения. Определенная Гершелем полтора века назад величина этого периода менее чем на 2 минуты отличалась от правильного значения — 24 часа 37 минут. Юпитер и Сатурн показывают нам только поверхности своих газовых оболочек, но и там имеются детали, существующие в течение нескольких оборотов (или даже нескольких лет, как на Юпитере); найдено, что периоды вращения этих планет коротки — всего около 10 часов. К сожалению, такие простые методы неприменимы к Венере, детали облачного слоя которой настолько размыты и непостоянны, что результаты оказываются совершенно ненадежными.

Однако у прежних наблюдателей не было выбора: если они вообще хотели определить период, они должны были это делать с помощью обыкновенных визуальных методов. Первая попытка найти период вращения Венеры принадлежит Д. Кассини¹⁷⁷. Одна из его статей¹⁷⁸ интересна описанием методов, применявшихся астрономами

того времени, но в остальном ее ценность, разумеется, только историческая. По наблюдениям «пятен», которые Кассини производил с 1666 г. до времени переезда из Италии во Францию, он нашел, что период вращения Венеры равен примерно 23 часам 21 минуте, т. е. почти такой же, как у Земли. В следующем веке Бианчини¹⁷⁹ получил значение периода, равное 24 суткам 8 часам; его оценка основывалась на наблюдениях «постоянных», по его мнению, деталей, которые он нанес на карту. Ж. Кассини несколько изменил величину периода, полученную его отцом, — сначала до 23 часов 15 минут¹⁸⁰, а затем до 23 часов 20 минут¹⁸¹. Оценка Шрётера, относящаяся к 1789 г., была 23 часа 21 минута 19 секунд¹⁸², а другая, сделанная в 1811 г., — 23 часа 21 минута 7,977 секунды¹⁸³.

Однако Шрётер знал, что полученные величины далеко не точны, о чем свидетельствует его высказывание¹⁸⁴ в статье, опубликованной в 1792 г.: «То обстоятельство, что на этой планете не видно ни плоских округлых образований, таких, как на Юпитере или Сатурне, ни полос или вытянутых пятен, параллельных экватору, также видимых на упомянутых планетах... указывает на некоторую протяженность атмосферы и дает почву для заключения, что шар Венеры... вращается вокруг своей оси за много больший промежуток времени, чем Сатурн или Юпитер... что действительно подтверждается моими наблюдениями видимой части Венеры». В этой статье Шрётер ссылается на довольно сходные высказывания, сделанные ранее Де-Гомпи¹⁸⁵ и Майраном¹⁸⁶, а также на замечание Лаланда¹⁸⁷. Вильям Гершель, как мы знаем, был человеком похвальной осторожности и не пожелал высказать своего мнения¹²¹.

В 1832 г. Хасси¹⁸⁸ пересмотрел и подтвердил оценку Бианчини (24 дня 8 часов); тем не менее до середины XIX в. большинство наблюдателей считали, что период вращения близок к земному. Это казалось достаточно обоснованным, но в 1877 г. Скиапарелли, итальянский астроном, чье имя всегда будет связано с «каналами» Марса, получил результат¹⁸⁹, опубликование которого произвело эффект, подобный разорвавшейся бомбе: он нашел, что период вращения Венеры равен 224 суткам 16 часам 48 минутам, или, округляя, 225 суткам. Это в точности равно времени,

которое требуется Венере, чтобы один раз обойти по орбите вокруг Солнца, и венерианские сутки должны тогда быть равны венерианскому году. Иными словами, Скиапарелли пришел к заключению, что одна сторона Венеры постоянно обращена к Солнцу.

Эту идею ни в коем случае нельзя считать абсурдной; она справедлива для Меркурия, период вращения которого вокруг оси и сидерический период равны примерно 88 нашим суткам. Таким образом, одно полушарие Меркурия постоянно освещено Солнцем, и на большей его части температура очень высока, а другое постоянно находится в тени и очень сильно охлаждено*.

Природа такого «связанного вращения» не составляет тайны — это результат длительного воздействия сил приливного трения. В далеком прошлом Меркурий, вероятно, был не вполне затвердевшим телом и вращался быстрее, чем в настоящее время. Солнечное притяжение вызывало на планете сильные приливы и стремилось удерживать вершину приливного выступа в направлении на Солнце; это тормозило вращение планеты вокруг оси относительно Солнца до тех пор, пока оно совершенно не прекратилось. Таким же образом Земля замедлила вращение Луны, да и спутники гигантских планет тоже, по-видимому, постоянно обращены одной стороной к своим «хозяевам».

✓ Так как Венера массивнее, чем Меркурий, и почти вдвое дальше от Солнца, то приливные силы должны были тормозить ее осевое вращение не столь быстро, как в случае Меркурия. Но есть основания предполагать, что вращение Венеры замедлилось в большей степени, чем вращение Земли, и поэтому нельзя не принимать в расчет предложенный Скиапарелли период в 225 суток, несмотря на то, что его определения базируются лишь на наблюдениях

* На деле положение не так просто. Орбита Меркурия имеет заметный эксцентриситет, так что, хотя скорость его осевого вращения остается постоянной, орбитальная скорость меняется, становясь наибольшей вблизи перигелия и наименьшей в афелии. Поэтому на планете существует широкая зона, в которой происходит смена дня и ночи. Орбита Венеры практически круговая, поэтому у нее подобные либрационные эффекты были бы гораздо менее значительны.

размытых темных пятен. В течение нескольких последующих лет период в 225 суток стал модным. Его поддерживали еще несколько астрономов, в частности Ловелл, по причинам, которые мы рассмотрим подробнее в главе X. Однако сторонники более короткого периода вращения были все еще многочисленны. ✓

В 1895 г. Бреннер¹⁹⁰ сделал, пожалуй, чрезмерно оптимистическую оценку, заявив, что период равен 23 часам 57 минутам 36,2396 секундам. Позднее¹⁹¹ он «исправил» его до 23 часов 57 минут 36,27728 секунд. Когда неопределенность на самом деле достигает нескольких месяцев, значение, данное с точностью до 0,00001 секунды, кажется, мягко говоря, чересчур педантичным!

Список различных значений периода вращения, полученных с 1666 по 1958 г., дан в Приложении II. Этих определений было свыше 80, и сразу же надо оговориться, что все они, кроме нескольких, базируются на таких явно ненадежных наблюдательных данных, что сами значения периодов никуда не годятся. Они имеют главным образом исторический интерес. Я лично считаю, что имеется очень мало шансов когда-либо вообще определить период из одних только визуальных телескопических наблюдений. Можно лишь надеяться, что вдруг удастся проследить какую-нибудь деталь, более устойчивую, чем обычно, но и тогда не будет гарантии, что она не имеет большого собственного движения. Однако мое зрение отнюдь не такое острое, и наблюдатели, более зоркие, чем я, возможно, не согласятся со мной.

Переходя к современным работам, заметим, что, по-видимому, имеются четыре основных предположения относительно характера вращения Венеры:

1. Период вращения примерно такой же, как у Земли.
2. Период равен нескольким суткам.
3. Период вращения от 2 до 4—5 недель.
4. Имеет место «связанное вращение» с периодом 224 дня 16 часов 48 минут, или около 225 суток.

Первая попытка использовать метод, который мог бы дать лучшие результаты, чем простое наблюдение иллюзорных пятен на поверхности планеты, была сделана в 1900 г. русским астрономом А. А. Белопольским¹⁹². Он использовал 30-дюймовый рефрактор Пулковской

обсерватории с присоединенным к нему спектрографом. Если Венера вращается вокруг оси, то один край ее диска должен приближаться к нам, а другой удаляться. В первом случае должно иметь место доплеровское смещение линий спектра к фиолетовому концу, а во втором — к красному. Если вращение более или менее быстрое, то величина этих смещений будет достаточной для того, чтобы их можно было обнаружить. Однако применительно к Венере метод не оправдал ожиданий. Период, найденный Белопольским, составил 24 часа 42 минуты; позднее после исправления он пришел к значению 35 часов¹⁹³. Этот результат не был подтвержден Слайфером на Ловелловской обсерватории, чьи спектроскопические работы указывали скорее на прежнее значение 225 суток¹⁹⁴. Более поздние эксперименты, перечисленные в Приложении II, мало способствовали выяснению сути дела.

Предположение о вращении с периодом в несколько суток было выдвинуто в 1921 г. Пиккерингом, который продолжил визуальные исследования¹⁹⁵ и получил значение 2 суток 20 часов. В 1924 г. оно было подтверждено наблюдениями Мак-Ивена¹⁹⁶, который посвятил всю жизнь изучению планет и на протяжении 60 лет (с 1895 по 1955 г.) руководил секцией Меркурия и Венеры Британской астрономической ассоциации. Мак-Ивен, по-видимому, считал вопрос решенным окончательно и говорил, что это удалось «благодаря искусству и проницательности профессора Пиккеринга, которому мы обязаны открытием единственно правильного периода вращения... истинную ценность которого поймет будущее поколение астрономов».

К сожалению, «открытие» было далеко не таким окончательным, как думал Мак-Ивен. К примеру, в 1924 г. наблюдения Стивенсона дали совершенно другие результаты. В своей статье на эту тему Стивенсон писал¹⁹⁷:

«К счастью, полосы и пятна, наблюдавшиеся в 1924 г., были необычайно долгоживущими, а изменения их очертаний — достаточно медленными, что дало возможность более или менее уверенно отождествлять их в течение нескольких (иногда последовательных) ночей... Мои наблюдения в 1924 г. не подтверждают величины периода, определенного профессором Пиккерингом и Мак-Ивеном. Каждая из трех деталей неизменно оказывалась почти

в том же месте диска при двух различных наблюдениях. Программа была следующей: первая деталь наблюдалась 26 февраля и 5 марта, интервал 8 суток; вторая деталь — 9 и 17 марта, интервал 8 суток; третья деталь — 22 и 30 марта, интервал 8 суток. Из этого видно, что период вращения может быть либо 8 суток, либо в целое число раз меньше этой величины».

Дальнейшие исследования привели Стивенсона к предположению, что период в действительности равен 8 суткам и что весной 1924 г. «полюс, очевидно, был повернут почти по направлению к Земле, а ось вращения лежит очень близко к плоскости орбиты»¹⁹⁸.

Пиккеринг, Стивенсон и Мак-Ивен были согласны в одном: все они считали, что наклон оси Венеры должен сильно отличаться от земного, более соответствуя случаю Урана. В то же время Антониади на основании визуальных наблюдений на 33-дюймовом медонском рефракторе отверг предложенное Пиккерингом значение 85° и заявил¹⁹⁹, что «ось вращения Венеры не образует значительного угла с перпендикуляром к плоскости орбиты». Все это показывает, что основываться на визуальных работах при решении этой специальной проблемы — все равно, что строить здание на песке.

Разумеется, знать наклон оси очень важно. Если полюс Венеры лежит вблизи видимого центра диска, как это иногда бывает в случае Урана, то в спектрах краев диска не будет никакого доплеровского смещения. Таким образом, то, что не удалось обнаружить эффекта Доплера, нельзя считать доказательством исключительно медленного вращения: спектроскопические наблюдения пока еще не производились достаточно часто.

По своим фотографиям 1927 г. Росс²⁰⁰ определил, хотя и с большой погрешностью, что период вращения равен приблизительно месяцу. В 1954 г. фотографические работы были продолжены Койпером²⁰¹, результаты которого в общем согласуются с выводом Росса.

Как можно видеть из списка, приведенного в Приложении II, период в 225 суток еще имеет сторонников, главным образом во Франции²⁰². Первое возражение, выдвигаемое против этой оценки, состоит в том, что новые определения дают для температуры «ночной» и «дневной»

сторон Венеры примерно одинаковые значения. Если же одна сторона постоянно освещена Солнцем, а другая постоянно затенена, между ними должна быть значительная разница температур. Кроме того, период в 225 суток получен из наблюдений «постоянных деталей», находящихся на поверхности планеты, существование которых некоторые авторитеты склонны считать довольно сомнительным. Как бы то ни было, разумнее всего оставить вопрос открытым.

Совершенно по-новому подошел к проблеме Краус. В феврале 1956 г. он начал исследование радиоизлучения Венеры при помощи аппаратуры, работающей на волне около 11 м и установленной вблизи г. Колумбуса (США, штат Огайо). К маю он пришел к выводу, что такое излучение действительно существует²⁰³, и описал его как сигнал, состоящий из всплесков, похожих на грозовые атмосферники*; он даже счел вполне возможным объяснить их грозовыми процессами в атмосфере Венеры. Всплески были короткими, длящимися не более долей секунды. В июле Краус сообщил²⁰⁴ о наблюдавшихся в том же диапазоне сигналах другого типа. Они имели большую длительность — около секунды и более — и немного походили на сигналы земной радиостанции**. Он также заявил о существовании определенной зависимости между всплесками на Солнце, сигналами от Венеры и радарным эхом от Луны.

Третья статья Крауса²⁰⁵ была посвящена определению периода вращения Венеры с помощью радиометодов. Было такое впечатление, что интенсивность сигналов меняется с определенной периодичностью, и Краус писал:

«Хотя механизм, вызывающий флуктуации приходящих от Венеры сигналов, неизвестен, можно предложить следующее простое и правдоподобное объяснение. Похоже

* «Грозовыми атмосферниками» называют атмосферные помехи радиоприему, источником которых являются грозовые разряды.— *Прим. ред.*

** Пресса тотчас подхватила сообщение Крауса и с радостью объявила, что, должно быть, жители Венеры стараются привлечь наше внимание. Эта идея с сожалением должна быть отнесена к той же категории, что и история о необыкновенных «летающих блюдцах», которая так широко дебатировалась с 1947 по 1955 г.

на то, что Венера имеет по крайней мере столь же плотную ионосферу, как и Земля. Радиоволны, рождающиеся на поверхности планеты или вблизи нее и достигающие Земли, легче проходят сквозь ионосферу в непосредственной близости к центру планетного диска. В этом месте ионосфера наиболее прозрачна для радиоволн, идущих к Земле, т. е. имеет своего рода «окно». Если положение «окна» в той или иной степени ограничено центральными частями диска, источники будут наблюдаться только тогда, когда при вращении планеты они проходят под этим «окном». При таком прохождении каждый источник будет давать всплеск интенсивности сигнала».

Согласно данным Крауса, период вращения равен 22 часам 17 минутам с возможной ошибкой 10 минут в ту или другую сторону.

Это, без сомнения, интересный, но не окончательный результат. Как заметили Хэнбери Браун и Ловелл²⁰⁶, до сих пор не существует других записей этих сигналов, кроме полученных в Огайо самим Краусом. Кроме того, имеется еще одно дополнительное соображение, приведенное Ричардсоном²⁰⁷. Если бы период вращения был лишь 22 часа, то Венера должна была быть заметно сжата у полюсов; однако это, по-видимому, не имеет места, что указывает на то, что она вращается медленнее, чем Земля.

До настоящего времени последнее слово в этом вопросе было сказано Ричардсоном²⁰⁸, который в 1956 г. выполнил на обсерватории Маунт Вилсон тщательное исследование, чтобы решить вопрос о вращении Венеры спектроскопическим путем. Он нашел, что вращение происходит настолько медленно, что эффект Доплера маскируется ошибками измерения. На этом основании Ричардсон считает, что может осуществляться одна из следующих трех возможностей: 1) направление вращения обратное (т. е. с востока на запад), с периодом от 8 до 46 суток; вероятность того, что это предположение правильно, $\frac{1}{2}$; 2) период больше 14 суток, если вращение прямое, и больше 5 суток, если вращение обратное; вероятность этого $\frac{16}{17}$; 3) период больше 7 суток при прямом вращении или больше 3,5 суток при обратном; утверждение справедливо с вероятностью $\frac{134}{135}$. Кажется, это опровергает малое значение периода, найденное Краусом, но Ричардсон указы-

вает, что другая интерпретация радионаблюдений дала бы период 13 суток.

В общем мы должны признать свое поражение — временное, конечно. Визуальный наблюдатель проиграл сражение; сотни моих рисунков, сделанных в 1934 г. по настоящее время, также не проливают никакого света на обсуждаемый предмет²⁰⁹. Тем же окончились тщетные старания многих значительно лучших наблюдателей. Даже те, которые бились над этой проблемой с помощью фотографической пластинки, спектроскопии и радиотелескопов, еще не могут сказать, какова продолжительность одного оборота Венеры вокруг ее оси. Посмотрим, удастся ли нам выяснить это в ближайшем будущем.

ГЛАВА X

„К а н а л ы“ ВЕНЕРЫ

Детали, видимые на диске Венеры, размыты и непостоянны. Тем не менее почти не приходится сомневаться в их реальности. Займемся сейчас очень интересным вопросом об узких и длинных полосах, или «каналах», которые неоднократно наблюдались отдельными астрономами, но в существование которых многие вообще не верят.

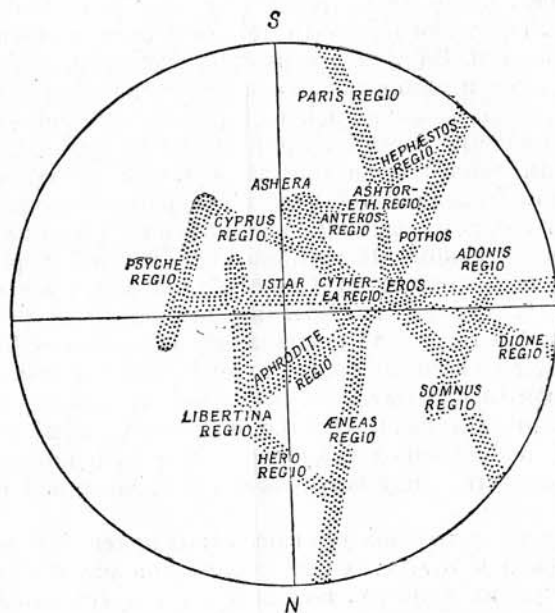
Детали такого рода описал в конце прошлого века Персиваль Ловелл. Чтобы быть совершенно точными, заметим, что еще раньше они появились на рисунках французского астронома Перротэна, первым подтвердившего существование открытых Скиапарелли марсианских «каналов»²¹⁰; однако полосы, зарисованные Перротэном, очень размыты и плохо совпадают с «каналами» Ловелла.

Выдающиеся способности Ловелла несомненны. Он был превосходным математиком, и именно его работы привели к открытию Плутона. Однако в памяти людей его имя всегда будет связано с «каналами» Марса, о которых следует упомянуть ввиду возможной аналогии с полосами на Венере.

В первом подробном описании марсианских «каналов», относящемся к 1877 г., Скиапарелли говорит о них как о прямых, узких полосах, похожих на искусственные, сеть которых покрывает всю планету, пересекая желтые пустыни. Название «каналы» неудачно и, возможно, появилось в результате неправильного перевода с итальянского*, но Скиапарелли был уверен в том, что эти детали действительно представляют ложбины на поверхности Марса, по которым вода течет к экваториальным

* Итальянское слово *canale* означает не только «канал», но также и «пролив». По-видимому, Скиапарелли имел в виду второе значение, придавая ему такой же чисто условный смысл, как и ранее принятым для ряда деталей Марса терминам «моря» и «озера»:—
Прим. ред.

областям при таянии полярных шапок. С 1885 г. марсианские «каналы» стали модными, а Ловелл проявил такой энтузиазм, что основал во Флагстаффе частную обсерваторию, предназначенную в основном для наблюдения Марса в благоприятном климате Аризоны. Ловелл занимался «каналами» до самой смерти и с 1894 по 1916 г. открыл на Марсе сотни «каналов». Он был твердо убежден,



Р и с. 7. Темные области («каналы») на Венере (по П. Ловеллу).

что все они сооружены разумными существами, пытающимися при помощи обширной ирригационной системы бороться с прогрессирующим уменьшением влаги на планете.

Наблюдения и выводы Ловелла были необыкновенно дерзкими, так как другие исследователи, столь же хорошо вооруженные, либо вообще не могли разглядеть каналов, либо видели только размытые неправильные полосы,

Более того, Ловелл обнаружил узкие полосы не только на Марсе, но и на Меркурии, Венере и спутниках Юпитера.

Карта Венеры, опубликованная Ловеллом вместе со статьей ²¹¹ в 1897 г., очень характерна для его работ. На карте представлены открытые и названные им детали, а вся картина совершенно не похожа на ту, которую мы привыкли наблюдать на Венере.

Из темной области *Eros*, как из своего рода фокуса, Ловелл провел отчетливо обозначенные темные полосы, которые он назвал *Adonis Regio*, *Aeneas Regio* и т. д. Ловелл был вполне уверен, что детали неизменны, что период вращения равен 225 суткам и поэтому одно полушарие постоянно освещено Солнцем. Он описывает всю картину так:

«Сами детали — протяженные и узкие. Однако в отличие от более тонких деталей, наблюдающихся на Марсе, они кажутся естественными, а не искусственными. Они не только постоянны, но и наблюдаемы всегда, когда наши собственные атмосферные условия не настолько плохи, чтобы замыкались вообще все детали на диске. Таким образом, очевидно, что они даже на короткое время не закрываются облаками... Нигде не заметно какой-либо окраски, кроме обычного для планеты ярко-соломенного оттенка. Детали, имеющие серовато-соломенный цвет, похожи на почву или скалы, и, по всей вероятности, мы видим просто бесплодные скалы или пески, образовавшиеся в результате эрозии за многие века непрерывного освещения Солнцем. Детали отлично и безошибочно различимы, и это окончательно подтверждает принятую нами длительность периода вращения. Какие-либо определенные указания на существование полярных шапок отсутствуют».

Таким образом, Ловелл целиком отбросил идею о наличии у Венеры плотной непрозрачной атмосферы и проводил свою точку зрения во многих статьях, посвященных этому вопросу ²¹². Другие ученые не соглашались с ним. Бреннер, например, считал ²¹³, что полосы являются чисто оптическим эффектом и исчезают при хорошем качестве изображения. В 1897 г. Антониади, всегда очень откровенно высказывавший свои взгляды, написал статью ²¹⁴, к которой добавил послесловие несколько язвительного содержания:

«Я воздерживаюсь от обсуждения афродитографических * работ большинства наших современников, которые, забывая, что Венера скромно закутана в плотный плащ атмосферы, покрывают то, что они называют «поверхностью» несчастной планеты, столь модной сейчас сеткой каналов, кромсая планету наподобие дыни то от одного конца серпа до другого, то вдоль радиусов видимого диска. Это может привести нас к забавным выводам, среди которых мы, пожалуй, легко найдем и такой, что Венера все время обращена одной стороной не к Солнцу, а к Земле».

Ловелл обладал, без сомнения, мощным инструментом; обсерватория во Флагстаффе имела отличный 24-дюймовый рефрактор, хотя известно, что Ловелл обычно диафрагмировал его. Однако Антониади работал с еще большим телескопом — 33-дюймовым медонским рефрактором — причем без диафрагмирования. Могу добавить, что я сам довольно много работал на этом инструменте и не испытывал ни малейшего желания уменьшить его действующее отверстие.

Барнард, наблюдавший на 36-дюймовом телескопе Ликской обсерватории, также не был согласен с Ловеллом и писал:

«Венера неоднократно изучалась с помощью 36-дюймовика, когда она была видна очень отчетливо... Не было замечено ничего похожего на характерную систему тонких темных линий, которая, как недавно открыли, покрывает поверхность планеты. Чтобы увидеть их, были перепробованы всевозможные средства: уменьшалось отверстие объектива, устанавливались солнечные экраны, менялось увеличение. Поиски каналов производились также при помощи 4-дюймового искателя. Более ранние попытки, предпринимавшиеся с помощью 12-дюймовика, тоже потерпели неудачу».

Никто, кроме Ловелла и его сотрудников, ни разу так и не видел «каналы» в большой телескоп. Однако они замечались наблюдателями на малых инструментах, в частности Баркером, работавшим с 12½-дюймовым рефлек-

* Ужасное прилагательное «афродитографический» тем не менее совершенно правильно. Остается только надеяться, что оно никогда не станет общеупотребительным.

тором. В 1932 г. он писал²¹⁵: «Мои наблюдения подтвердили вывод Скиапарелли и Ловелла о том, что вращение Венеры вокруг оси синхронно с ее вращением вокруг Солнца». В следующих работах²¹⁶ Баркер опубликовал рисунки, на которых имелись некоторые из деталей, указанных на карте Ловелла, такие, как *Ashera*, *Hero Regio* и *Aeneas Regio*. Детали, имеющие вид линий, наблюдали в последние годы также Баум²¹⁷, Рэнк²¹⁸ и др.

На рисунках Баума, сделанных по наблюдениям в 6-дюймовый рефлектор и 3-дюймовый рефрактор, полосы более широки и размыты, чем полосы Ловелла; Баум относит их к атмосферным явлениям. Полосы на рисунках Рэнка, сделанных с 4-дюймовым рефрактором, гораздо более «ловеллизированы». Вообще же трудно поверить, что в такие маленькие телескопы можно было разглядеть детали, оставшиеся незамеченными Койпером, Антониади и другими астрономами, работавшими с огромными инструментами. Мне также ни разу не удавалось увидеть ни малейшего намека на существование «каналов», и хотя я не могу похвастать особой остротой зрения или способностями рисовальщика, я по крайней мере имел возможность работать на больших инструментах.

Нельзя предполагать, что здесь имеет место какое-либо недоразумение, или просто недостаточная тщательность наблюдений, или даже стремление принять желаемое за действительное — это было бы абсурдным. Все дело в небольшой разрешающей способности маленького телескопа. Когда наблюдаемые объекты находятся на пределе различимости, наше утомленное зрение может порой выкидывать забавные шутки, и поэтому в маленький телескоп действительно легко «увидеть» несуществующие детали. Здесь виноват не наблюдатель, а недостаточная мощность его инструмента.

Важно отметить, что на многих зарисовках «каналов» присутствует темная центральная область, из которой наподобие спиц в колесе расходятся радиальные полосы. Такая картина видна на рисунках Баума²¹⁷, сделанных в 1951 г., что сразу указывает на оптическую природу эффекта. Известно, кроме того, что если два различных исследователя видят каналобразные полосы, то их наблюдения никогда не находятся в мало-мальски хорошем

согласии, равно как нельзя отождествить «каналы» и с широкими полосами, имеющимися на фотографиях Койпера.

Мы ничего не знаем о системе ветров на Венере, и вполне может быть, что атмосферная циркуляция приводит к образованию каких-то полос. Но это совершенно другое дело, нежели «система каналов», а пока, по-видимому, имеет смысл предположить, что «гравировка на стали», открытая Ловеллом, является чисто оптическим эффектом. Это, конечно, не должно омрачить память об этом выдающемся астрономе, который сделал так много для своей любимой науки. Просто в данном частном случае его наблюдения не были подтверждены позднейшими исследованиями.

Пепельный СВЕТ

Когда серп Луны поднимается достаточно высоко и фон неба становится по-настоящему темным, часто можно видеть, как неосвещенная, «ночная», сторона лунного диска светится слабым светом. В народе это явление зовут «старая луна в объятиях молодой». Оно наблюдается уже в течение многих веков. Леонардо да Винчи первым дал ему правильное объяснение²¹⁹. Оно вызывается просто освещением Луны солнечным светом, отраженным от Земли.

У нас на Земле лунный свет может быть довольно сильным, но сама Земля освещает Луну еще сильнее отчасти потому, что размеры Земли на лунном небе больше, а отчасти из-за того, что Земля лучше отражает свет, чем Луна. На освещенной земным светом части лунного диска в телескоп удастся даже различить некоторые детали, а само явление иногда можно наблюдать вплоть до наступления дихотомии.

Похожее явление наблюдается и на Венере, хотя, разумеется, его природа не может быть той же самой. По-видимому, оно было открыто 9 января 1643 г. Иоганнесом Риччиоли²²⁰ — иезуитом, профессором из Болоньи. Риччиоли известен тем, что в 1651 г. он составил карту Луны, назвав основные кратеры именами выдающихся людей, вместо того чтобы по примеру своих предшественников придерживаться отдаленных географических аналогий. Хотя его едва ли можно поставить в один ряд с такими учеными, как Гюйгенс и Кассини, он все же был опытным наблюдателем. Следует отметить, что сам Риччиоли как будто оценил свое наблюдение как неуверенное, и, возможно, картина, которую он видел, объясняется дефектами телескопа.

Пепельный свет, как называли это слабое свечение, вторично был замечен в 1714 г. Дерхэмом, а затем отмечался многими астрономами. Исключительно ценная сводка сообщений о наблюдениях этого явления за период с 1643

по 1900 г. была составлена Баумом²²¹, и последующие ссылки на работы этого периода даны по его статье. Список более ранних работ приведен в журнале «Nature»²²².

Вильям Дерхэм²²³, каноник из Виндзора, наблюдал пепельный свет около 1714 г. По его словам, «сферичность, или округлость, столь явная у Луны, имеется также и у Венеры, темная сторона которой может быть видна, когда серп наиболее узок, причем эта сторона представляется окрашенной в тусклый ржавый цвет». Из подстрочного примечания в третьем издании его книги, опубликованном в 1719 г., по-видимому, можно сделать вывод, что Дерхэм наблюдал пепельный свет неоднократно.

Мы не станем приводить здесь подробности всех позднейших наблюдений; это было бы утомительно*. Скажем только, что примерно с 1890 г. пепельный свет наблюдали почти все внимательные исследователи Венеры, за исключением Барнарда, который так и не сумел его увидеть²²⁴.

Обычно пепельный свет наблюдается только тогда, когда Венера имеет вид тонкого серпа, но в июне 1895 г. Бреннер заявил, что он наблюдал его, когда Солнце освещало больше половины диска планеты²⁴⁴. Такой же случай, согласно Крэггу и Бартлетту²⁴⁵, имел место в 1951 г. В 1927 г. Сэкстон²⁴⁶ однажды видел весь диск «не как кольцо, а как очень слабое белесое или туманное пятно на голубом фоне неба». Очевидно, наблюдения указывают на различные формы одного и того же явления²⁴⁷.

Термин «пепельный свет» относится, собственно говоря, только к слабому свечению ночной части диска и не должен употребляться для описания случаев, когда ночная сторона кажется темнее, чем фон неба. Последнее явление может быть вызвано только эффектом контраста.

* Наиболее примечательны наблюдения Кирха²²⁵ в 1721 г., Мейера²²⁶ в 1759 г., Хана²²⁷ в 1793 г., Шрётера²²⁸ и Хардинга²²⁹ в 1806 г., Гройтхюйзена²³⁰ в 1825 г., Яана²³¹ в 1855 г., Берри²³² в 1862 г., Принса²³³ в 1863 г., Энгельмана²³⁴ в 1865 г., Петти²³⁵ в 1868 г., Виннеке²³⁶ в 1871 г. (последний сообщил, что был виден весь диск, «темная сторона, залитая бледным сероватым светом, была отлично различима, и не было никаких оснований считать это иллюзией»), Шафарика²³⁷ в 1871 г., Ван-Эртборна²³⁸ в 1876 г., Зенгера²³⁹ в 1876 г., Вебба²⁴⁰ в 1878 г., снова Зенгера²⁴¹ в 1883 г., Лозе и Уиглсурса²⁴² в 1886 г., Мак-Ивена²⁴³ в 1895 г. Все эти ссылки приведены в основной работе Баума.

(Фламарион однажды выдвинул предположение, что причина может заключаться в ослаблении непрозрачным шаром Венеры яркости фона неба, обязанного зодиакальному свету; но эта идея представляется несостоятельной.) Ряд высказываний на эту тему принадлежит Хиту²⁴⁸, автору очень полного каталога, содержащего свыше 150 наблюдений темной стороны Венеры с 1921 по 1954 г. Согласно Хиту: «При дневных наблюдениях неосвещенная часть диска неизменно казалась темнее, чем окружающий фон неба. Часто потемнение было более заметно вблизи терминатора и постепенно исчезало по направлению к линии, соединяющей концы серпа, но иногда оно распространялось на весь или почти весь диск. Спустя некоторое довольно неопределенное время после захода Солнца темная сторона становилась светлее окружающего фона и иногда окрашивалась в тусклые красноватые или коричневатые тона; обычно это слабое свечение наблюдается на всей неосвещенной части диска планеты. В двух случаях было замечено, что она вся была как бы испещрена крапинками или же яркость диска была неодинаковой».

Наблюдая Венере в 10¹/₄-дюймовый рефлектор 7 апреля 1953 г. в 13 час. 48 мин., Хит заметил, что неосвещенная часть диска, заключенная между рогами серпа, имела серый оттенок и казалась несколько темнее фона неба. То же самое наблюдалось в 18 час. 22 мин., но в 19 час. 00 мин. цвет был уже красноватым и можно было видеть почти весь диск, который стал теперь несколько ярче фона. В 19 час. 10 мин. был виден весь диск, его цвет все еще был красноватым, но он стал определенно ярче неба. Серп был очень узким, на его долю приходилось всего около 4% диска. Быстрые изменения такого характера, конечно, не могут быть реальными и обусловлены изменениями яркости фона.

Мои собственные визуальные наблюдения с 1934 г. по настоящее время выполнялись главным образом с 8,5- и 12,5-дюймовыми рефлекторами. Мне еще не случалось видеть темный диск планеты на фоне неба, но настоящий пепельный свет — слабое свечение темной стороны планеты — я наблюдал так часто, что мне трудно считать это явление чистой иллюзией. Прежде чем наблюдать пепельный свет, рекомендуется обязательно заслонить яркий

серп непрозрачным экранчиком или чем-нибудь в этом роде. Мне, однако, часто удавалось видеть его, и не прибегая к этому.

Так или иначе, но дискуссия о реальности пепельного света все еще продолжается. Здесь трудно быть в чем-либо уверенным, и вопрос остается открытым. Я лично верю в реальность пепельного света, но с готовностью слушаю доказательства обратного.

Если пепельный свет действительно существует, то его нелегко объяснить — ведь у Венеры нет спутников. В 1883 г. пражский астроном Зенгер предположил²⁴¹, что Земля может освещать ночную сторону Венеры так же, как саму Землю освещает Луна. Но это объяснение явно неудовлетворительно, так как освещенность, создаваемая Землей на Венере, была бы слишком слаба, чтобы произвести заметный эффект. Еще менее обоснованной была идея Шафарика²³⁷, который считал, что свечение обусловлено фосфоресценцией огромных океанов Венеры. Много позднее Баркер предположил²⁴⁹, что все дело в слое льда, который покрывает ночную сторону планеты. Это, однако, подразумевает признание 225-суточного периода вращения и справедливости утверждения Ловелла о том, что мы видим настоящую поверхность планеты, а не верхние слои ее атмосферы; последнее едва ли правдоподобно.

Поистине странное объяснение было предложено Грюйтхюйзен. Как мы видели, этот человек сделал много полезного, но, к сожалению, он обладал таким живым воображением, что еще при жизни стал всеобщим посмешищем. (Например, он считал, что открыл на Луне искусственные постройки.) Грюйтхюйзен обратил внимание, что пепельный свет наблюдался в 1759 г. и снова в 1806 г., т. е. через 47 земных или 76 венерианских лет, и объявил: «Предположим, что некий (венерианский, разумеется) Александр или Наполеон достиг там всемирного могущества. Если мы допустим, что обычный срок жизни обитателя Венеры длится 130 венерианских лет, что составляет 80 земных, царствование властителя Венеры вполне может длиться 76 венерианских лет. Наблюдавшееся явление, очевидно, было результатом всеобщей праздничной иллюминации в честь восшествия на престол нового властителя планеты»²⁵⁰. Позднее Грюйтхюйзен несколько модифи-

цировал свою теорию. Взамен венерианской коронации он выдвинул предположение, что пепельный свет может быть обусловлен всего лишь выжиганием обширных участков джунглей для освоения новых пахотных земель, и добавил, что «тем самым были предотвращены великое переселение народов и возможная война между ними, так как причины того и другого были устранены».

Обратимся к более здоровой теории немецкого астрофизика Германа Фогеля, который предположил, что причиной пепельного света являются «очень длительные сумерки». Это вполне возможно, но интенсивность пепельного света, по-видимому, меняется, а это едва ли могло бы иметь место, если бы он обуславливался сумеречными явлениями или просто иллюзией. Часто изменения бывают резкими. Например, я отлично видел пепельный свет 27 и 31 марта 1953 г., но 30 марта не смог обнаружить даже намека на него. Это подтвердили независимые наблюдения, сделанные в Америке. Излишне говорить, что были приняты все меры, чтобы условия всех наблюдений были по возможности одинаковыми.

Предлагалось множество различных теорий; например, Райнауер²⁵¹ в 1859 г. предвосхитил предположение Зенгера об освещении Венеры отраженным от Земли светом, а в 1880 г. Клейн²⁵² возродил гипотезу о фосфоресценции. Однако несравненно более перспективную гипотезу высказал в 1872 г. Де-Хеен²⁵³, предположивший, что природа явления электрическая.

Большинству людей, и в первую очередь тем, кто побывал в высоких широтах, знакомо явление земных полярных сияний. Они вызываются потоками заряженных частиц, выбрасываемых Солнцем, которые при вторжении в верхние слои земной атмосферы возбуждают ее свечение. Солнце все время испускает такие частицы, и в высоких широтах полярные сияния являются обычной достопримечательностью ночного неба. Современные исследования показывают, что они могут возникать на высотах до 1000 км.

Венера ближе к Солнцу, чем мы, и можно ожидать, что ее полярные сияния интенсивнее и более регулярны, чем земные. Кроме того, есть указания, что планета обладает значительным магнитным полем. Ряд интересных результатов в этой области был получен в 1955 г. Хаутгэстом²⁵⁴

на Зонненбергской обсерватории в Утрехте (Голландия). Хаутгэст считал, что если Венера является сильным магнитом, то в периоды, когда она находится приблизительно между Землей и Солнцем, т. е. вблизи нижнего соединения, она должна возмущать потоки заряженных частиц, летящих от Солнца к нашей планете. Поэтому он надеялся, что, изучая записи колебаний напряженности магнитного поля Земли за период больше 44 лет с учетом изменения солнечной активности, удастся выявить измеримый эффект. Хаутгэст установил этим путем, что магнитное поле Венеры должно быть раз в пять сильнее земного.

Следовательно, в гипотезе Де-Хеена о том, что пепельный свет Венеры может вызываться полярными сияниями, нет ничего искусственного. В 1887 г. эта гипотеза была поддержана Лэмпом²⁵⁵, а в последние годы завоевала еще большее признание. Конечно, и у нее есть свои недостатки, но если пепельный свет не вызван просто эффектом контраста, эта гипотеза представляется наилучшим объяснением.

Ряд подтверждений обсуждаемой гипотезы дали наблюдения Н. А. Козырева на Крымской астрофизической обсерватории²⁵⁶. Н. А. Козырев сумел получить спектрограммы темной стороны Венеры с помощью кварцевого спектрографа, присоединенного к 125-сантиметровому рефлектору. Эта работа привела к открытию в спектре Венеры полос ионизированной молекулы азота (длины волн 3914 и 4278 Å), что чрезвычайно важно, так как те же полосы наблюдаются и в спектре земных полярных сияний. В. Г. Фесенков²⁵⁷ написал по этому поводу следующее: «Таким образом, природа свечения ночного неба Венеры, очевидно, аналогична нашим полярным сияниям, и, следовательно, в нем излучается гораздо больше энергии, чем в обычном свечении ночного неба земной атмосферы... По открытым им эмиссионным полосам Козырев нашел, что яркость ночного неба Венеры должна быть примерно в 50 раз больше, чем земного».

В 1960 г., когда я был на Крымской астрофизической обсерватории, Н. А. Козырев сообщил мне дополнительные сведения о своих последних работах по изучению ночной стороны Венеры. Его спектрограммы вполне убедительны, и их интерпретация, без сомнения, правильна.

Это значительно усиливает доводы гипотезы, объясняющей пепельный свет полярными сияниями на Венере.

В то же время работы визуальных наблюдателей еще могут сыграть некоторую роль. Дополнительное подтверждение этой теории можно получить, сопоставляя частоту появления и интенсивность пепельного света с солнечной активностью. Солнечная активность подвержена регулярным изменениям, причем каждые 11 лет имеют место максимумы. В свою очередь эти колебания влияют на полярные сияния, частота появления которых увеличивается вместе с ростом активности. Хаутгэст уже нашел признаки зависимости между фазой солнечной активности и предполагаемым магнетизмом Венеры. Если удастся показать, что пепельный свет наиболее заметен в эпохи максимумов солнечной активности, то мы получим еще одно веское подтверждение гипотезы.

Однако наблюдений пепельного света пока еще слишком мало, они слишком нерегулярны и неточны для целей необходимого анализа. Впрочем, следует заметить, что, согласно наблюдениям членов секции Меркурия и Венеры Британской астрономической ассоциации²⁵⁸, свечение было особенно заметно в конце 1957 г., когда солнечная активность была вблизи максимума. Эта проблема открывает перспективное поле деятельности для астронома-любителя, вооруженного небольшим телескопом и большим терпением, конечно, при условии, что работа всегда будет выполняться с наибольшей тщательностью.

Мнимый СПУТНИК

Почти у всех основных планет солнечной системы есть спутники. В настоящее время мы знаем о 31 спутнике: 12 принадлежат Юпитеру, 9 — Сатурну, 5 — Урану, 2 — Нептуну; у Земли, разумеется, только один спутник — Луна, а Марс сопровождают два карлика диаметром около десяти километров каждый. Меркурий и Плутон, как и полагается двум младшим членам планетной системы, пребывают в одиночестве.

Некоторые спутники имеют значительные размеры. Четыре самых ярких спутника Юпитера принадлежат к числу первых объектов, открытых Галилеем с помощью его примитивного телескопа. Спутник Сатурна Титан, открытый Христаном Гюйгенсом в 1655 г., — это единственный спутник в солнечной системе, у которого доказано существование атмосферы. После Гюйгенса спутниками занялся Д. Кассини, которому удалось обнаружить еще четыре члена свиты Сатурна: Япета, Рею, Тефию и Диону. В 1686 г. он сделал, как тогда считали, не менее замечательное открытие. Вот отрывок из его журнала наблюдений:

«18 августа 1686 г., 4 час. 15 мин. утра. Разглядывая Венеру в телескоп с фокусным расстоянием 34 фута, я увидел восточнее ее, на расстоянии $\frac{2}{3}$ диаметра планеты, светлый объект неясных очертаний. Объект, казалось, имел ту же фазу, что и Венера, которая в то время находилась к западу от Солнца почти в полной фазе. Диаметр этого объекта был равен почти $\frac{1}{4}$ диаметра Венеры. Я внимательно наблюдал за ним в течение 15 минут, но, выпустив его из вида на 4—5 минут, уже не видел больше; впрочем, к тому времени сильно рассвело. Аналогичный объект, совпадающий по фазе с Венерой, я видел 25 января 1672 г., с 6 час. 52 мин. до 7 час. 02 мин. утра, после чего он исчез в лучах зари. В то время Венера наблюдалась в форме серпа, и объект диаметром почти в $\frac{1}{4}$ диаметра планеты имел такие же очертания. Он отстоял от южного

конца серпа к западу на расстоянии, равном диаметру Венеры. Во время этих двух наблюдений я заподозрил, не имею ли я дело со спутником Венеры, который не очень хорошо отражает солнечный свет и по яркости примерно так же относится к Венере, как Луна к Земле; находясь от Солнца и Земли на том же расстоянии, что и Венера, он повторяет ее фазы».

Тогда же вспомнили, что нечто подобное наблюдал Фонтана²⁵⁹ еще 15 ноября 1645 г., но вопрос оставался неясным еще некоторое время. Наконец, на рассвете 23 октября 1740 г. спутник наблюдал Джеймс Шорт — знаменитый мастер астрономических инструментов. Отчет Шорта²⁶⁰ достаточно интересен, и мы приводим его полностью:

«Направив на Венеру зеркальный телескоп с фокусным расстоянием $16\frac{1}{2}$ дюймов (снабженный устройством, позволяющим следить за суточным движением небесной сферы), я заметил совсем близко от нее маленькую звездочку. Затем я воспользовался другим телескопом с таким же фокусным расстоянием и увеличением в 50—60 раз, снабженным микрометром, и нашел, что расстояние между звездочкой и Венерой равно примерно $10^{\circ}2'0$. Убедившись, что Венера видна очень отчетливо, а, следовательно, воздух очень прозрачен, я довел увеличение до 240 раз и к моему великому изумлению увидел, что «звездочка» имеет ту же фазу, что и Венера. Ее диаметр казался равным примерно $\frac{1}{2}$ диаметра Венеры или несколько меньше; блеск не так ярок, но очертания очень отчетливы и хорошо различимы. Линия, проходящая через центр Венеры и этот объект, образовывала с экватором угол около 18 — 20° . В то утро я наблюдал упомянутый объект несколько раз на протяжении часа, но приближался день и примерно в четверть девятого я потерял его. С тех пор я пытался наблюдать его каждое ясное утро, но другого счастливого случая мне так и не представилось».

Кассини в своей книге «Астрономия» упоминает еще об одном наблюдении такого рода: «Я наблюдал также два темных пятна на диске Венеры; воздух в это время был исключительно чист и спокоен».

Мейер²⁶¹ сообщил, что 20 мая 1759 г. в 8 час. 45 мин. он наблюдал спутник: «Я видел над Венерой небольшой и не очень яркий шар». Через 2 года дальнейшие наблюдения,

казалось, подтвердили существование спутника Венеры. Немецкий астроном Шейтен заявил²⁶², что во время прохождения 1761 г. он обнаружил маленькое темное пятно, которое сопровождало Венеру при ее движении по диску Солнца и оставалось видимым даже тогда, когда сама планета вышла за пределы диска Солнца. И наконец, Монтэнь из Лиможа выполнил целую серию наблюдений, казавшихся в высшей степени убедительными²⁶³.

Согласно сообщению Монтэня, он впервые наблюдал спутник 3 мая 1761 г. как тело серповидной формы, отстоявшее от Венеры примерно на 22'. Как и обычно, фаза спутника совпадала с фазой самой планеты, а диаметр был равен $\frac{1}{4}$ ее диаметра. Этой же ночью Монтэнь несколько раз повторил наблюдения, а 4, 7 и 11 мая (промежуточные ночи были облачными) видел спутник опять; положение его относительно планеты менялось, но фаза оставалась той же. Монтэнь, который до этого относился к возможности существования спутника весьма скептически, теперь уверовал в его реальность. Он утверждал, что принял все возможные меры предосторожности против оптической иллюзии и что спутник был виден даже тогда, когда Венера выводилась из поля зрения.

Все это казалось достаточно убедительным. В мемуаре, написанном для французской Академии наук, Бодуэн объявил²⁶⁴: «Год 1761 будет знаменателен в истории астрономии тем, что 3 мая был открыт спутник, вращающийся вокруг Венеры. Мы обязаны этим М. Монтэню, члену Лиможского общества... Мы узнали, что новое небесное тело имеет диаметр, равный $\frac{1}{4}$ диаметра Венеры, удалено от нее почти так же, как Луна от Земли, и имеет период обращения 9 суток 7 часов...» В 1773 г. немецкий астроном Ламберт²⁶⁵ рассчитал орбиту спутника, причем получилось, что среднее расстояние его от Венеры равно примерно 415 000 км, период обращения 11 суток 5 часов, наклонение орбиты 64° и эксцентриситет 0,195. Прусский король Фридрих Великий предложил назвать спутник именем Жана Даламбера, своего старого друга, но благодарный математик с благодарностью отклонил эту честь.

Затем 3 и 4 марта 1764 г. спутник наблюдал Родкиер в Копенгагене, 10 и 11 марта — Горребов также в Копен-

гагене, а 28 и 29 марта — Монбарон в Оксэре, причем последний ничего не знал о работах датских астрономов. И с этого времени упоминания о спутнике исчезли из журналов наблюдений. Его не сумел обнаружить Шрётер, несмотря на предпринятые им специальные поиски, а также Гершель и даже Грюйтхюйзен, который провел длинную серию наблюдений. Но ведь спутники не исчезают «тихо и незаметно», как охотники за снарком*, поэтому приходится сделать вывод, что спутника у Венеры вообще никогда не существовало.

Хилл²⁶⁶ рассмотрел этот вопрос еще в 1766 г. и пришел к заключению, что «спутник» был оптической иллюзией; такую же точку зрения высказал в следующем году Боскович²⁶⁷. Позднее фон Энде предположил²⁶⁸, что наблюдавшийся объект был астероидом; в 1875 г. эту точку зрения воскресил Бертран²⁶⁹. Так или иначе, но старый миф умирал медленно, и даже в середине XIX в. спутник-призрак все еще имел сторонников. Адмирал Смит, автор известной книги «Cycle of Celestial Objects», верил в него и утверждал, что «спутник, возможно, чрезвычайно мал, и некоторые части его поверхности могут отражать свет хуже, чем остальные». Эта мысль была развита в 1875 г. Шорром, который настолько ею увлекся, что написал на эту тему небольшую книгу²⁷⁰. Шорр нашел, что период обращения спутника равен 12 суткам 4 часам 6 минутам, и пытался доказать, что многие неудачные попытки наблюдения спутника объясняются колебаниями его яркости, причем, как правило, спутник слишком слаб для того, чтобы быть видимым. Теория Шорра казалась невероятной даже в его время, но так или иначе необходимо наконец разобраться, что же понималось под словом «спутник». В то время как Кассини, Монтэнь и другие говорили, что диаметр спутника равен $\frac{1}{4}$ диаметра самой Венеры, Родкиер и Горребов в Копенгагене видели его как звездоподобную точку. И впрямь, неладно было что-то в Датском королевстве!

Вопрос более или менее прояснился в 1887 г. благодаря усилиям Пауля Стробанта из Брюсселя, опубликовавшего

* Автор имеет в виду вымышленное морское чудовище из поэмы Льюиса Кэрролла «Охота за снарком». — Прим. ред.

детальное исследование²⁷¹, в котором он критически рассмотрел все 33 наблюдения «спутника», принадлежавшие 15 астрономам. Он пришел к выводу, что некоторые наблюдения можно отбросить сразу, а другие, например наблюдения Монтэня, следует отнести за счет «духов» — отражений в оптике телескопа. В ряде случаев могли наблюдаться просто слабые звезды. Например, Горребов мог принять за спутник Венеры звезду 5-й величины 6 Весов. Возможно, что Родкиер видел еще не известную в то время планету Уран. Расчет орбиты, произведенный Ламбертом, также не подтвердил существования спутника, так как требовалось, чтобы масса Венеры была в 10 раз больше ее фактического значения.

Легко принять звезду (или даже Уран) за спутник Венеры, если не производить наблюдения в течение многих ночей подряд, когда характер относительного движения выдает истинную природу явления. Кроме того, Венера настолько яркий объект, что при наблюдении на черном фоне неба вполне может вызвать появление «духов». У меня есть 3-дюймовый рефрактор, который подчас показывает мне целую коллекцию серповидных спутников Венеры, а в случае Сатурна все такие «спутники» оказываются его точными копиями вплоть до системы колец. Здесь же можно сослаться на шведского астронома XVIII в. Пера Варгентина, телескоп которого неизменно показывал у Венеры спутник, так же, впрочем, как и у любого другого яркого объекта. Конечно странно, что такие искусные наблюдатели, как Кассини и Шорт, попались в столь элементарную ловушку, но поскольку спутника, несомненно, не существует, приходится признать, что это именно так.

Прежде чем перейти к другой теме, следует упомянуть еще об одном наблюдении. 13 августа 1892 г. Барнард, наблюдая на 36-дюймовом локском телескопе, увидел в поле зрения рядом с Венерой звездообразный объект 7-й звездной величины. Наблюдения производились всего за полчаса перед восходом Солнца, и маловероятно, что это было отражением в оптике. Как бы то ни было, Барнард сумел хорошо измерить положение объекта, которое не совпало с координатами ни одной из известных звезд данной яркости²⁷². Следует заметить, что еще раньше Барнард предпринимал специальные поиски спутника Венеры

и убедился в его отсутствии. Недавно Ашбрук, комментируя это наблюдение Барнарда, сделал правдоподобное предположение²⁷³, что последний видел так называемую новую звезду, которой, к сожалению, никто больше не заметил*.

Во время недавнего повального увлечения загадочными «летающими блюдцами»** делались попытки воскресить гипотезу о таинственном спутнике Венеры. Предполагали даже, что он был искусственной космической станцией, которую жители Венеры демонтировали, когда дальнейшая необходимость в ней отпала! Однако, хотя существование у Венеры крошечного спутника и возможно, никакими доказательствами в пользу этого мы не располагаем. Таким образом, в настоящее время считается, что Венера, как и Меркурий, странствует в космосе в одиночестве.

* Напомним, что «новыми звездами» в астрономии называют особого рода переменные звезды, обладающие способностью внезапно «вспыхивать», увеличивая свой блеск в десятки и сотни тысяч раз, с последующим значительно более медленным возвращением к первоначальному блеску.— *Прим. ред.*

** См. по этому вопросу статью «Миф о „летающих тарелках“» (беседа с акад. Л. А. Арцимовичем), опубликованную в газете «Правда» от 8 января 1961 г.— *Прим. ред.*

ГЛАВА XIII

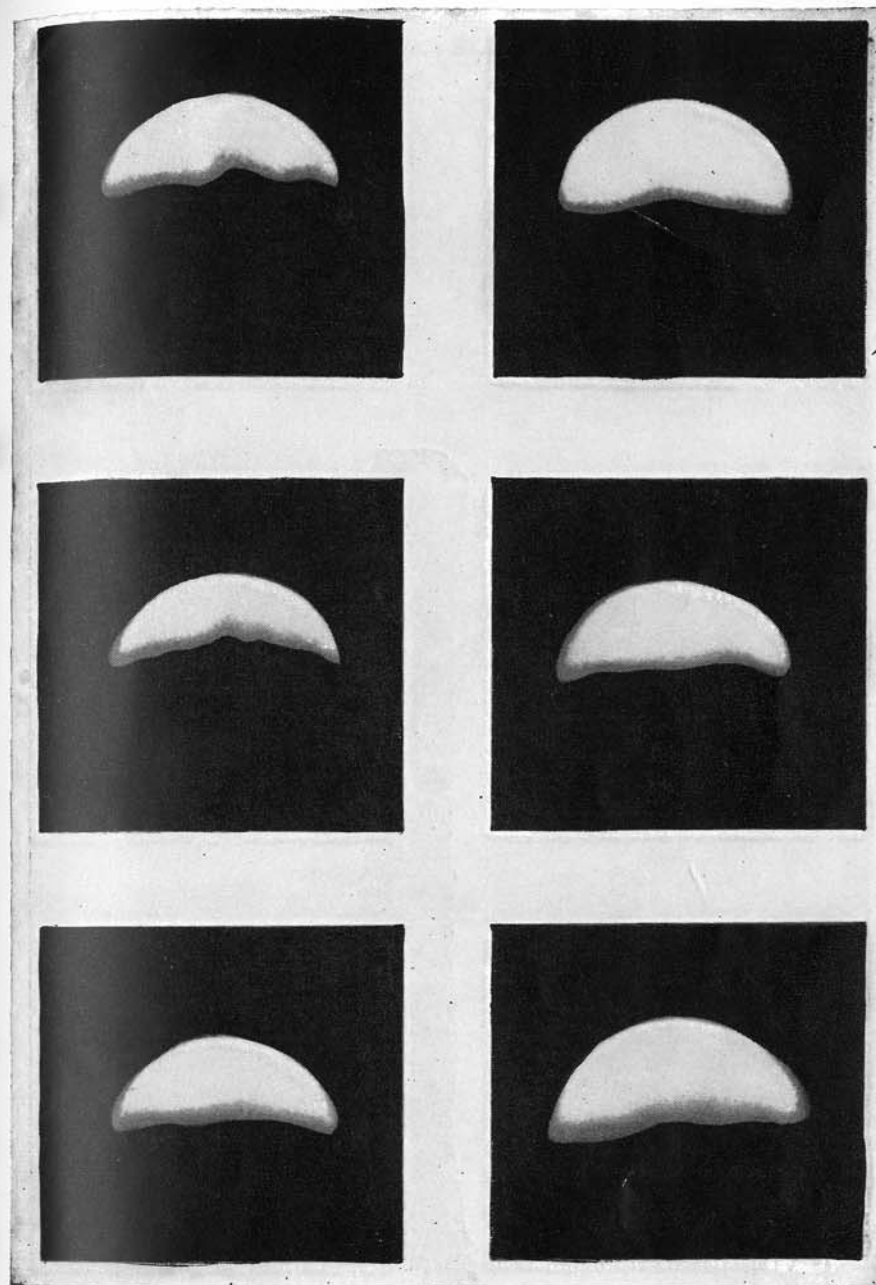
Прохождения и покрытия

Так как Земля удалена от Солнца больше, чем Венера, то должны иметь место случаи, когда все три тела находятся на одной прямой так, что Венера оказывается между Землей и Солнцем. Очевидно, это может происходить только во время нижних соединений. Венера может быть тогда видна невооруженным глазом как маленький черный диск, силуэтом вырисовывающийся на фоне ослепительной солнечной поверхности*. Это явление называется «прохождением Венеры по диску Солнца».

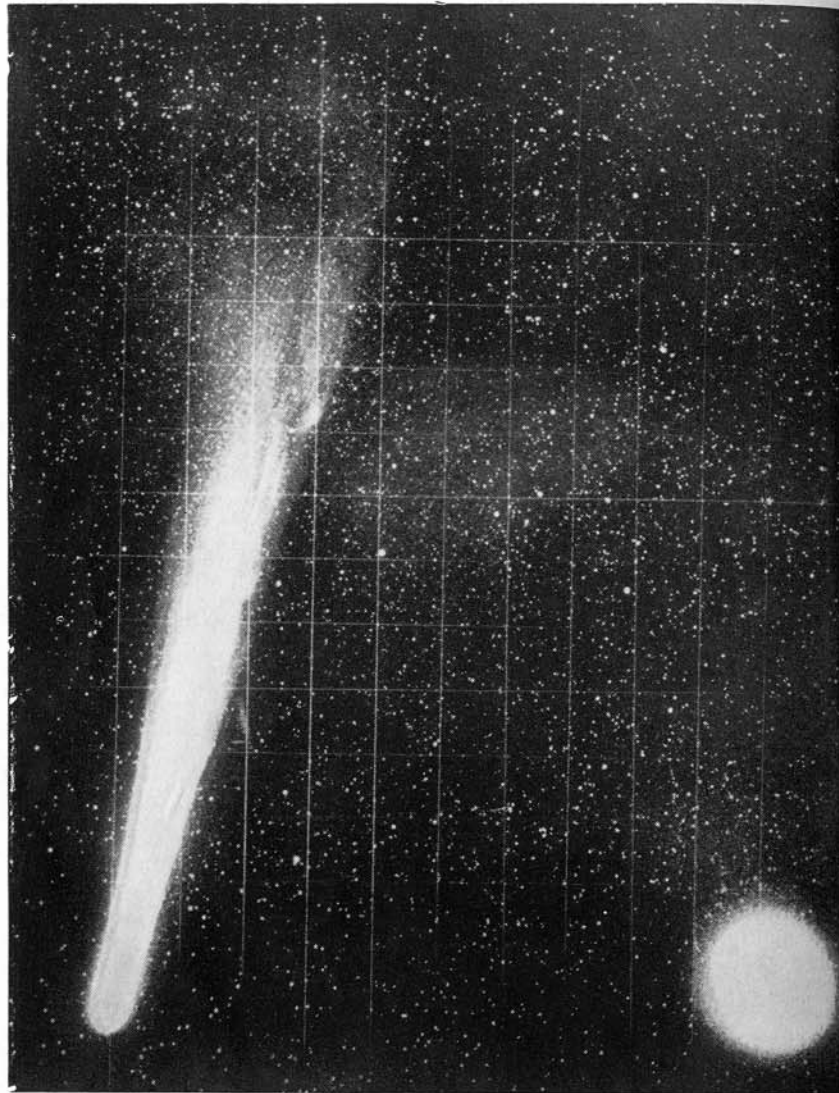
Если бы орбиты обеих планет лежали в одной плоскости, то прохождения наблюдались бы при каждом нижнем соединении. Но орбита Венеры наклонена к плоскости нашей орбиты на угол $3^{\circ}24'$, и прохождения случаются редко. В настоящую эпоху они происходят парами, причем прохождения, принадлежащие к одной паре, разделены интервалом в 8 лет, после чего прохождений не наблюдается более столетия. Так, прохождения были в 1631 и 1639, 1761 и 1769, 1874 и 1882 гг. Следующие прохождения будут 8 июня 2004 г. и 5—6 июня 2012 г., 11 декабря 2117 г. и 8 декабря 2125 г., 11 июня 2247 г. и 9 июня 2255 г., 12—13 декабря 2360 г. и 10 декабря 2368 г. Совершенно очевидно, что предвычисление прохождений, которые произойдут после 2012 г., имеет для нас с вами только академический интерес. В ценной работе, посвященной вычислению прохождений, Мейюс показал^{27*}, что прохождение 2004 г. можно будет наблюдать из Лондона полностью, а в 2012 г. будет виден только конец прохождения, так как Солнце взойдет уже после его начала**.

* Разумеется, во время наблюдений такого рода необходимо защитить глаза от слепящего действия прямого солнечного света с помощью достаточно темного стекла.— *Прим. ред.*

** В Москве прохождение 2004 г. будет видно также полностью, а из прохождения 2012 г. будет видна последняя треть.— *Прим. ред.*



VII. Шесть фотографий Венеры, полученных на 100-дюймовом телескопе обсерватории Маунт Вилсон и Паломар.



VIII. Венера и комета Галлея (1910 г.). Фотография получена Вудом (обсерватория Юнион, Йоганнесбург).

Обычно во время нижних соединений Венера проходит по небу выше или ниже солнечного диска и может наблюдаться в телескоп практически непрерывно. Например, в 1950 г. с помощью 16-дюймового телескопа, установленного на Мьюл-Пик в Нью-Мексико, удалось сфотографировать Венеру, когда она была всего в 7,5 от центра Солнца²⁷⁵.

Как понял в свое время Кеплер, единственными планетами, прохождения которых могут иметь место, являются Меркурий и Венера*. В 1627 г. этот великий математик закончил труд, которому было суждено стать его последней работой, — серию новых и более точных таблиц движений планет, которые он назвал Рудольфинскими таблицами в честь своего покровителя Рудольфа II. Он предсказал, что прохождения Меркурия и Венеры по диску Солнца произойдут в 1631 г.: Меркурия — 7 ноября, а Венеры — 6 декабря²⁷⁶. Сам Кеплер не дожил до этих дат, но прохождение Меркурия 1631 г. успешно наблюдал французский астроном Пьер Гассенди²⁷⁷.

Ободренный этим успехом, Гассенди, естественно, ожидал, что ему также посчастливится наблюдать прохождение Венеры, которая не только ближе к Земле, чем Меркурий, но и много больше. Он предусмотрел все. Опасаясь, что в расчетах Кеплера может быть ошибка, Гассенди начал наблюдать Солнце еще 4 декабря в разрывы облаков и продолжал наблюдения 6 и 7 числа. К своему удивлению и разочарованию, он ничего не увидел. Причина нам сейчас ясна: Венера, конечно, прошла по диску Солнца в согласии с предсказаниями Кеплера, но это произошло во время длинной зимней ночи с 6 на 7 декабря, когда во Франции Солнце было еще под горизонтом.

Согласно Кеплеру, следующее прохождение Венеры должно было произойти в 1761 г., но вычисления, заново сделанные молодым английским любителем астрономии Хорроксом (помощником священника), показали, что 24 ноября 1639 г. по старому стилю или 4 декабря по новому должно произойти еще одно прохождение. Хоррокс

* Некоторые малые планеты, вроде Икара, чьи орбиты заходят внутрь земной, также могут проходить по диску Солнца, но они слишком малы для того, чтобы их можно было наблюдать во время прохождений.

закончил свои расчеты совсем незадолго перед прохождением и успел известить только своего брата Джонаса, жившего вблизи Ливерпуля, и своего друга Вильяма Крэбтри, который жил недалеко от Манчестера.

Сам Хоррокс стал наблюдать Солнце еще 23 ноября. На следующий день он начал работать с восходом Солнца, но в 10 час. был вынужден отлучиться для выполнения церковных обязанностей (к несчастью, дело было в воскресенье) и смог вернуться к своему телескопу лишь в 3 час. 15 мин. Вот его собственные слова²⁷⁸: «В это время, казалось, провидение, снизойдя к моему страстному желанию, послало просвет в облаках, сквозь который можно было хорошо видеть Солнце, и — о великое зрелище! — я увидел предмет столь нетерпеливых ожиданий — новое пятно необычной величины и совершенно круглой формы, которое только что вступило на диск Солнца со стороны левого его лимба, так что края пятна и Солнца совпадали». Хоррокс следил за планетой полтора часа, до самого захода Солнца, и сумел сделать ряд полезных измерений. Крэбтри не так повезло в отношении погоды, но перед самым заходом Солнца, когда облака разошлись на несколько секунд, ему тоже удалось увидеть Венеру.

Это было первое наблюдение прохождения Венеры по диску Солнца. Правда, предполагают, что арабские астрономы наблюдали его еще в 839 г., но все же думается, что они видели лишь солнечное пятно²⁷⁹. Предсказание Хоррокса²⁸⁰, без сомнения, является блестящей работой. Проживи он дольше, и он, возможно, стал бы одним из крупнейших астрономов своего времени, но, к сожалению, в 1641 г. он умер в возрасте всего 22 лет.

Еще до прохождения Венеры в 1761 г. Эдмонд Галлей²⁸¹, следуя идеям Джемса Грегори, понял, что прохождения можно использовать для измерения расстояния от Солнца до Земли. Так как наша Земля не точка, а шар, то положение Венеры относительно Солнца, а следовательно, и моменты начала и конца прохождения не будут одинаковы для различных мест наблюдения; таким образом, точно замечая время, можно получить данные для определения «астрономической единицы» — расстояния между Солнцем и Землей. В целом этот метод сейчас уже устарел, и нет смысла описывать его подробнее, но, как бы

то ни было, прохождения 1761 и 1769 гг. тщательно изучались во всем мире. Результаты наблюдений прохождения 1761 г. были весьма неудовлетворительны, но с прохождением 1769 г. дело обстояло лучше, и расстояние до Солнца получилось равным 152 млн. км — всего на 2,5 млн. км больше истинной величины²⁸².

Именно в 1761 г. М. В. Ломоносов сделал наблюдение, которое привело его к заключению о существовании атмосферы Венеры¹¹²⁻¹¹⁴. Прохождение 1769 г. примечательно еще и тем, что оно наблюдалось на острове Таити в Тихом океане экспедицией под командой капитана (тогда еще лейтенанта) Кука²⁸³. Экспедиция была послана Георгом III, как было выяснено Чалдекоттом*. Кроме того, американский астроном Риттенхауз сделал во время этого прохождения еще одно важное наблюдение: он увидел, как осветилась и та часть края планетного диска, которая была вне диска Солнца, и таким образом Венера была видна целиком. Это можно было объяснить лишь существованием атмосферы. Вероятно, Риттенхауз не знал о наблюдениях Ломоносова, и лишь через много лет Шрётер окончательно разобрался в вопросе об атмосфере.

Описание наблюдений прохождений 1761 и 1769 гг. было бы неполным без упоминания о невероятной серии неудач, постигших французского астронома Гильома Лежантия²⁸⁵. Зная, что благоприятные условия для наблюдения прохождения 1761 г. будут в Индии, он отправился туда в предшествующем событию году. Сначала он собирался поехать в Родригес, но затем решил перенести место наблюдения в Пондишери и отплыл туда на французском фрегате. К сожалению, война между Англией и Францией была тогда в разгаре и примерно в это время Пондишери попал в руки англичан, так что Лежантию пришлось отправиться назад. Прохождение закончилось

* По инициативе Георга III была сооружена обсерватория в Кью; строительство было закончено как раз перед прохождением 1769 г., и король сам принимал участие в наблюдениях. В библиотеке Королевского колледжа в Лондоне имеются рукописные тетради наблюдений, принадлежащие этой обсерватории, и одна из них содержит заметки на тему: «Наблюдения прохождения Венеры в 1769 г. на Ричмондской обсерватории». См. также статью Уиппла²⁸⁴.

прежде, чем он успел достичь берега, и он смог сделать лишь несколько грубых наблюдений с палубы корабля при помощи импровизированного оборудования. Чтобы не подвергаться риску опоздать еще раз, он предпочел подождать в Индии следующие 8 лет, но зато наверняка пронаблюдать прохождение 1769 г. Астроном опять переменил место наблюдения и опять ему не повезло. Прохождение должно было случиться 3 июня 1769 г. 1 и 2 июня погода была чудесная, но день прохождения оказался безнадежно облачным, и Лежантьиль так ничего и не увидел, в то время как его спутники, оставшиеся на прежнем месте, имели прекрасные условия наблюдений. До следующего прохождения (в 1874 г.) нужно было бы ждать слишком долго, и потому Лежантьиль упаковал все свое снаряжение и отправился домой. Он дважды терпел кораблекрушение и после одиннадцатилетнего отсутствия только случайно добрался до Франции — чтобы обнаружить, что его считали умершим и наследники собрались поделить его имущество...

От очередных прохождений 1874 и 1882 г. ожидали очень многого, и приготовления к их наблюдению начались еще в 1857 г. Однако точность метода определяется точностью регистрации момента контакта между Венерой и солнечным диском, а эти измерения затруднены существованием одного неприятного эффекта, называемого «черной каплей». Когда планета надвигается на солнечный диск, кажется, что она оставляет за собой темную полосу, а когда эта полоска исчезает, оказывается, что планета уже полностью вступила на диск Солнца и прохождение началось. Одного этого эффекта вполне достаточно, чтобы испортить все дело, но так как сейчас имеются намного более точные методы определения расстояния до Солнца, будущим прохождениям не придется большого значения²⁸⁶.

Прохождения Венеры по диску Солнца, разумеется, можно было бы наблюдать и с других планет — конечно, если бы мы могли туда попасть! Например, 16 июля 1910 г. прохождение можно было наблюдать с Сатурна²⁸⁷, причем оно длилось свыше 8 часов. Впрочем, для гипотетического «сатурнианца» Венера казалась бы очень маленькой, диаметром всего 1,97.

Когда Луна движется по небу, она может пройти перед звездой и, как говорят, «покрыть» ее. При этом звезда остается видимой до приближения к самому краю лунного диска, а затем мгновенно исчезает, так как ничтожная лунная атмосфера не способна вызвать сколько-нибудь заметного ослабления или преломления света звезды²⁸⁸. Если же Луна покрывает планету, то, естественно, необходимо несколько секунд, чтобы последняя закрылась надвигающимся краем лунного диска. Время от времени происходят покрытия Венеры Луной. Особенно интересные фотографии планеты, находящейся почти у самого лунного лимба, были получены в 1934 г. Судзуки в Токио²⁸⁹. Это эффектное, но практически бесполезное явление.

Иногда планеты покрывают друг друга. Такое событие произошло 3 октября 1590 г., когда Венера покрывала Марс, что как будто наблюдал гейдельбергский профессор математики Мёстлин²⁹⁰. 17 мая 1737 г. Венера покрывала Меркурий. Последнее явление наблюдал в Гринвиче Бевис²⁹¹, хотя ему мешали облака. (Между прочим, некий Симонелли убежден²⁹², что то же самое явление видел Ж. Кассини в Париже. Однако Кассини ясно пишет²⁹³, что это ему не удалось, так как еще задолго до начала покрытия обе планеты потонули в дымке у горизонта²⁹⁴.) 21 июля 1869 г. угловое расстояние между Венерой и Юпитером настолько уменьшилось, что их невозможно было разделить без помощи телескопа, хотя настоящего покрытия не было.

Наблюдения покрытий Венерой звезд могут дать полезные результаты. Прежде чем скрыться окончательно, звезда в течение короткого времени должна светить сквозь венерианскую атмосферу, и величина ослабления или преломления света этой звезды может дать некоторое представление о толщине газового покрова планеты. Такие явления редки и трудно наблюдаемы. Японский астроном Ямамото рассказывает²⁹⁵, что однажды он предпринял специальное путешествие на обсерваторию Курасики, находящуюся близ Окаямы, чтобы наблюдать покрытие Венерой звезды 6-й величины, происходившее 15 декабря 1927 г. Однако он сумел различить звезду только через 2 минуты после ее появления из-за диска планеты.

Большая удача сопутствовала 26 июля 1910 г. Антониади, Бальде и Кэниссе, наблюдавшим на Фламмарио-

новской обсерватории в Жювизи (Франция). Используя телескопы диаметром до 9 дюймов, они смогли пронаблюдать покрытие Венерой звезды η Близнецов. Их отчет гласит²⁹⁶:

«Появление звезды из-за диска планеты наблюдалось при благоприятных условиях, и мы можем подтвердить независимо друг от друга и совершенно определенно, что звезда (имевшая тогда * яркость 3,5 звездной величины) появилась не мгновенно, как это бывает при покрытиях Луной. Сначала возникло едва заметное свечение, затем от темного края планеты как будто отделилась очень слабая звездочка. Яркость ее быстро возрастала и через 1,5—2 секунды после появления звезда достигла полной яркости. Кроме резкого увеличения яркости в момент появления, мы заметили, что медленное и небольшое ее увеличение продолжалось и дальше с удалением звезды от Венеры... Заметного изменения цвета звезды не наблюдалось... Наиболее правдоподобная, с нашей точки зрения, гипотеза, объясняющая изменение яркости звезды, состоит в том, что ее свет поглощался при прохождении сквозь атмосферу Венеры. Согласно нашим наблюдениям, это изменение, длившееся от 1,5 до 2 секунд, соответствует смещению планеты на величину от 0,8 до 1,1. Исходя из этого, мы нашли, что высота слоя атмосферы Венеры, в котором происходило поглощение, должна быть от 80 до 110 км».

Этот ход явления был подтвержден 2 марта 1918 г., когда Кэмпбелл наблюдал на 36-дюймовом линском телескопе покрытие звезды 7 Водолея. Согласно Тиле²⁹⁷, «наблюдения показали, что ослабление света 7 Водолея, заметное только в течение нескольких секунд, предшествовавших исчезновению звезды, вероятно, объясняется непрозрачными и непостоянными препятствиями на пути светового луча, наподобие высоких облаков в атмосфере Венеры».

19 марта 1948 г. произошло покрытие Венерой звезды 36 Овна. Его наблюдали шесть членов Американской ассоциации наблюдателей Луны и планет: Кэйт, Фрешнер, Хаас, Джонсон, Монгер и Уайт, работавшие с различными

* η Близнецов — переменная звезда.

телескопами от 6-дюймовых рефракторов (Хаас и Монгер) до 10-дюймового рефлектора (Фрешнер)²⁹⁸. Монгер имел наилучшие условия наблюдений и видел заметное потемнение за целых 15 секунд до исчезновения звезды, причем в последние 5 секунд она приобрела красноватый оттенок. Существование заметного ослабления блеска звезды подтвердили и остальные наблюдатели, кроме Фрешнера, которому мешали плохие условия видимости. Если принять оценку Монгера, то высота атмосферы получится равной 130 км, что находится в удовлетворительном согласии с данными наблюдений 1910 г.

7 июля 1959 г. произошло покрытие Венерой звезды первой величины — Регула. Вместе с Бринтоном мы очень успешно пронаблюдали это явление, и я смог сделать некоторые измерения. Наблюдения производились на 12½-дюймовом рефлекторе. Всесторонний анализ различных наблюдений этого покрытия был выполнен Мензелом и Вокулером^{298а}. Большой удачей было то, что во многих пунктах условия наблюдения оказались хорошими: ведь следующее покрытие Венерой яркой звезды произойдет очень нескоро.

Наблюдения такого рода отягощены ошибками, и было бы неблагоприятно питать к ним слишком большое доверие. Тем не менее этими сведениями отнюдь не следует пренебрегать, и нужно надеяться, что будущие покрытия звезд Венерой будут тщательно изучаться астрономами, как любителями, так и профессионалами.

Поверхность ВЕНЕРЫ

✓ Здесь почти нечем похвастать. Все наши непосредственные исследования Венеры ограничены верхними слоями ее атмосферы. Мы знаем, как планета движется, знаем температуру внешних частей ее газовой оболочки, изучили ее «облака» и даже сумели обнаружить присутствие некоторых известных газов. Но что касается истинной поверхности планеты, то здесь у нас нет почти никаких достижений.

Большинство астрономов считает, что ни один человек еще не видел настоящей поверхности планеты, хотя, как мы упоминали, выдвигалось предположение, что некоторые из темных пятен могут быть либо деталями поверхности, либо особенностями нижних слоев атмосферы, которые становятся заметными, благодаря свойствам подстилающей поверхности. Это — так называемые «постоянные детали», дискуссия относительно которых еще продолжается *.

Принадлежащая Трувело⁸³ и Мак-Ивену⁸⁴ идея о том, что некоторые светлые пятна, видимые на Венере, связаны с высокими горными образованиями, не внушает доверия, но никаких опровергающих ее фактов пока нет, и мы ничего не знаем о рельефе планеты. В этой связи можно указать одно из направлений исследований: изучение терминатора, особенно в то время, когда Венера видна в форме серпа, и сравнение наблюдаемой картины с той, что мы видим на Луне.

Луна — очень шероховатый шар; согласно последним, по большей части неопубликованным измерениям, некоторые из лунных гор выше, чем Эверест. Обычно лунный лимб кажется гладким, в то время как терминатор — зазубренным и неровным. Именно этого и следовало ожидать, так

* Не буду делать вид, что я сам хоть сколько-нибудь верю в их существование; впрочем, это исключительно мое личное мнение.

как лучи восходящего и заходящего Солнца всегда будут освещать возвышенность дольше, чем соседнюю с ней долину. Венера имеет фазы подобно Луне, и, если бы ее поверхность была столь же гористой, можно было бы надеяться увидеть на ее терминаторе аналогичные неправильности.

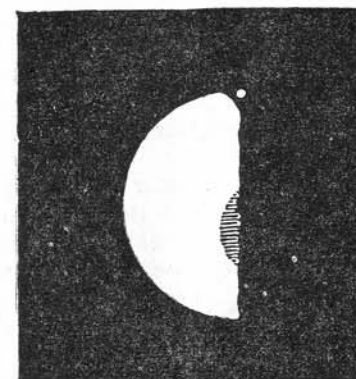


Рис. 8. «Освещенная горная вершина» на Венере (по И. Шрётеру).

Действительно, более трех столетий назад Фонтана сообщил, что он наблюдал подобную картину²⁹⁹, а в 1700 г. это же подтвердил Ла Гир³⁰⁰, который считал, что неправильности венерианского терминатора даже значительнее, чем лунного. Однако этим старым наблюдениям нельзя доверять. Часто терминатор Венеры кажется зазубренным наподобие пилы из-за беспокойствия земной атмосферы, и, может быть, неправильности, наблюдавшие Фонтана и Ла Гиром, объясняются именно так.

К этой проблеме обращался и Шрётер, но его наблюдения вряд ли можно отнести подобным же образом³⁰¹. С 11 декабря 1789 г. по 11 января 1790 г. он наблюдал, что южный рог серпа Венеры «казался срезанным, и в темном полушарии была видна освещенная гора», как показано на рис. 8. Шрётер рассчитал, что эта гора должна быть высотой в 43 км, а высоты других, подобных же пиков оценил в 30, 18,4 и 17,2 км соответственно. Гершель³⁰² обрушился

на эти идеи со страстью, необычной для его спокойной учтивости. «А что касается гор на Венере, — писал он, — я осмелюсь утверждать, что ни один глаз, если он не значительно лучше моего или не вооружен гораздо более совершенным инструментом, никогда не сможет даже заметить их. Однако на основании сходства между Землей и Луной — единственными планетными телами, которые можно сравнивать друг с другом, трудно сомневаться в существовании на поверхности этой планеты неровностей и притом весьма значительных». К счастью, ответ Шрётера³⁰³ был сдержанным и доброжелательным, и еще многие годы два великих астронома поддерживали дружескую переписку.

Со времен Шрётера искажения линии терминатора наблюдались неоднократно. Естественно, что они заметнее всего, когда планета имеет вид серпа, но могут быть обнаружены и тогда, когда видно более половины диска. Наиболее устойчивая неправильность из встретившихся в моей практике³⁰⁴ наблюдалась в 1953 г., когда в течение целой недели, с 4 по 11 марта, я следил за углублением в терминаторе недалеко от южного конца серпа. Оно было очень хорошо видно в мой 12½-дюймовый рефлектор и отмечалось независимо американскими наблюдателями.

Следует быть очень осторожным, приписывая эти неправильности горам. Неровности поверхности могут играть определенную роль в нарушении правильности картины распределения облаков, но трудно поверить в «гигантский пик», открытый Шрётером; к тому же по крайней мере некоторые искажения могут объясняться эффектом контраста. Относительно темная область терминатора, находящаяся между двумя светлыми областями, выглядела бы как впадина, в то время как светлое пятно между двумя более темными областями казалось бы выступом³⁰⁵. Но даже если мы признаем реальность некоторых из этих неправильностей, их гораздо проще считать необычно высокими облаками, а не горными вершинами; ведь в конечном счете облако отражает солнечный свет лучше, чем горный пик. Дополнительным доказательством служит тот факт, что появление неправильностей нельзя предсказать, и, следовательно, они не могут быть возвышенностями на твердой поверхности.

Короче говоря, мы не имеем доказательств ни за, ни против существования горных цепей, хотя, если Венера вращается медленнее, чем Земля, вполне вероятно, что на ней дуют сильные и регулярные ветры, вызывающие значительную эрозию. Как же выглядит поверхность планеты?

Углекислый газ, столь обильный в атмосфере Венеры, способствует удержанию солнечного тепла, и поэтому ее поверхность должна быть очень горячей. Адель³⁰⁶ дает оценку свыше 50°С; предположение о высокой температуре также поддерживают Вильдт³⁰⁷ и Герцберг³⁰⁸, в то время как Н. А. Козырев³⁰⁹ предлагает значение 30°С. Кое-что мы можем узнать и из радионаблюдений. Как и всякое относительно холодное тело, поглощающее излучение Солнца, Венера будет переизлучать его в виде тепловой энергии, главным образом в инфракрасной области спектра. С мая 1956 г. трое ученых, Мейер, Слонейкер и Мак-Калуф, работающие в Военно-морской исследовательской лаборатории в Вашингтоне (США), начали наблюдения на 50-футовом радиотелескопе с целью обнаружить излучение Венеры на волне 3,15 см и получили³¹⁰ температуру того же порядка, что Адель и Вильдт. Все же эти оценки весьма неуверенны и могут содержать большие ошибки *.

* Выполненные к настоящему времени измерения интенсивности радиоизлучения Венеры на волнах 3- и 10-сантиметрового диапазона приводят к весьма значительным температурам, порядка 300°С. Достоверность этого результата не вызывает сомнений. Излучение имеет тепловой характер и, по-видимому, принадлежит непосредственно самой поверхности Венеры, а не ее атмосфере. Столь сильное нагревание вызвано, вероятно, «парниковым эффектом». Большой интерес представляют также измерения на волнах 8-миллиметрового диапазона, произведенные Гибсоном и Мак-Ивеном, а также (с более совершенной аппаратурой) советскими радиоастрономами А. Д. Кузьминым и А. Е. Саломиновичем. Найденные температуры оказались несколько ниже, составляя в среднем около +100°С. По-видимому, на этих длинах волн атмосфера Венеры уже не столь прозрачна, как в сантиметровом диапазоне. Зарегистрированное излучение скорее всего представляет собой сумму ослабленного атмосферой излучения горячей поверхности планеты и излучения ее более холодной атмосферы. А. Д. Кузьмин и А. Е. Саломинович обнаружили также регулярное возрастание температуры с увеличением площади освещенной части диска Венеры, что указывает на сравнительно медленное вращение планеты вокруг ее оси. — Прим. ред.

В настоящее время представляется, что в отношении природы поверхности Венеры могут существовать только две возможности.

Согласно одной из них, вся планета представляет собой засушливую и пыльную пустыню без заметных следов влаги и с постоянными ураганными ветрами. Если это так, то Венера должна быть неуютным местом. Росс предположил³¹¹, что поверхность Венеры может иметь однородную красновато-желтую окраску. Гипотезу пыльной пустыни поддерживал также Спенсер Джонс³¹². Однако недавнее открытие в атмосфере планеты водяного пара, по видимому, ставит эту гипотезу под сомнение.

Совершенно иную картину рисуют Мензел и Уиппл³¹³. Как отмечено в гл. VIII, Мензел и Уиппл считают, что облака, плавающие в атмосфере Венеры, состоят из воды. Развивая свою теорию, они доказывают, что у планеты земного типа, на поверхности которой имеются водные океаны и поднимающиеся из них континенты, не может существовать протяженной атмосферы, состоящей в основном из углекислого газа. Вследствие химической реакции с силикатами в присутствии воды углекислый газ находился бы в связанном состоянии в скальных породах в виде карбонатов. Однако если бы большие массивы сухой поверхности отсутствовали, то переход углекислого газа в связанное состояние прекратился бы после образования тонкого защитного слоя карбонатов. Отсюда следует, что Венера должна быть полностью покрыта водой.

Эта идея не нова. Возможность существования океанов много лет назад предположил Целльнер, а Шафарик даже пытался объяснить²³⁷ пепельный свет флуоресценцией воды. В 1924 г. Пиккеринг предположил³¹⁴, что поверхность планеты может быть преимущественно покрыта водой, а в 1921 г. Джеффрис писал³¹⁵, что «на Венере, возможно, имеется глубокий океан с более мелкими морями, очень похожими на наши». Однако лишь Мензел и Уиппл провели полное и тщательное изучение этого вопроса.

Наконец, следует упомянуть гипотезу кембриджского астронома Хойла³¹⁶, который допускает «возможность того, что облака состоят из капелек нефти и что, таким образом, Венера окутана чем-то вроде постоянного тумана...

Следовательно, океаны Венеры вполне могут быть океанами нефти. Венера, возможно, обладает такими сокровищами, которые не могут и присниться богатейшим нефтяным королям Техаса».

Столь значительное расхождение мнений показывает, как мало мы в действительности знаем о Венере. Какая же из перечисленных теорий правильна и правильна ли хотя бы одна из них — мы еще не в состоянии сказать.

Ж и з н ь НА ВЕНЕРЕ

Как только стало известно, что Земля — всего лишь один из многих миров Вселенной, люди начали размышлять, не могут ли быть обитаемы также и другие планеты. Например, Луна представляет собою твердое тело, на поверхности которого имеются горы и долины; почему бы, казалось, на ней не быть воздуху и воде? А если это так, то вполне естественно ожидать, что там имеется жизнь. Этой точки зрения придерживался Кеплер и даже Гершель.

В дальнейшем эту концепцию пришлось подвергнуть коренным изменениям. С одной стороны, как недавно показал Шепли³¹⁷, жизнь, вероятно, очень частое явление во Вселенной, хотя прямых доказательств мы и не имеем; с другой стороны, планеты солнечной системы, за исключением Земли, кажутся мало подходящими для жизни. Правда, на Марсе может быть растительность, но едва ли там есть животные. Венера более похожа на Землю по размерам и массе; нет ли шансов на то, что на ней имеется жизнь? ✓

Всего лишь несколько десятилетий назад думали, что это очень возможно. Как обычно бывает в подобных случаях, на эту тему было высказано несколько довольно экстравагантных идей, но, пожалуй, наиболее абсурдная из них принадлежала Хаусдену, который не далее как в 1915 г. написал об этом целую книгу³¹⁸. Хаусден считал, что период вращения планеты равен 225 суткам и что поэтому между дневным и ночным полушариями существуют конвективные токи. В ночном полушарии образуются отложения льда и снега, а в дневное полушарие стекают ледники, позволяя местным жителям снабжаться водой с помощью акведуков — «каналов» Ловелла! Примечательно, что хотя журнал «Nature» и подверг книгу критическому разбору³¹⁹, экзотическая «теория» Хаусдена принималась вполне серьезно.

Современные исследования показали, что вероятность существования на Венере животных мала. Существование растительности более допустимо, и всего лишь несколько лет назад было широко распространено убеждение, что условия на Венере могут быть похожи на те, которые имели место у нас на Земле во время каменноугольного периода, свыше 200 миллионов лет назад, когда образовывались залежи каменного угля. Шведский ученый Сванте Аррениус, автор популярных книг и лауреат Нобелевской премии за исследования в области химии, считал Венеру теплым, влажным миром с пышной растительностью и примитивной жизнью. В 1918 г. он писал, что «влажность, вероятно, раз в шесть больше средней влажности у нас на Земле. Мы должны сделать вывод, что на Венере все пропитано влагой. Вследствие высокой температуры процессы жизнедеятельности сильно ускорены, и поэтому время жизни организмов в условиях Венеры, вероятно, мало». Подобные же идеи высказывали Хенкель³²⁰, Цех³²¹ и Аббот³²².

Эти предположения довольно заманчивы. Если бы они были правильными, это означало бы, что Венера — это мир, созревающий для развития высших форм жизни. К сожалению, последние исследования атмосферы показывают, что вся эта гипотеза несостоятельна, и сейчас очень немногие астрономы хоть сколько-нибудь верят в «угольные леса Венеры» по Аррениусу. ✓

Юри³²³ считает, что прежде на Венере существовали огромные океаны и жизнь была вполне возможна, но к настоящему времени вода исчезла с поверхности и, по-видимому, вся первоначальная жизнь давным-давно угасла. Юри резко возражает против «морской» теории Мензела и Уиппла и утверждает³²⁴, что «присутствие в атмосфере планеты углекислого газа очень трудно понять, не предположив, что вода существовала первоначально, и невозможно понять, если вода имеется и сейчас».

Недавно некоторые советские ученые обратили внимание на вопрос о существовании жизни на других планетах и обогатили наш язык двумя новыми словами — «астроботаника» и «астробиология». В обширной работе, опубликованной в 1955 г., Г. А. Тихов высказал некоторые мысли³²⁵,

которые следует процитировать независимо от того, согласны мы с ними или нет:

«Уже сейчас мы можем сказать несколько слов о растительности на Венере. Благодаря высокой температуре на этой планете растения должны отражать все тепловые лучи, в том числе и видимые глазом, от красных до зеленых включительно. Это придает растительности желтый оттенок. К тому же растения должны излучать в красной области спектра. Вместе с желтым это придает им оранжевую окраску... Наши астроботанические выводы относительно цвета растительности на Венере находят некоторое подтверждение в наблюдениях действительного члена Академии наук УССР Н. П. Барабашева. Он нашел, что в тех местах Венеры, где солнечные лучи, вероятно, проникают сквозь облака и отражаются от поверхности планеты, имеется избыток желтого и красного цветов. Барабашев считает, что поверхность Венеры в некоторой степени отражает зеркально и что желтые и красные лучи легче проникают сквозь облака, чем лучи, принадлежащие к синему концу спектра. Я в свою очередь хочу добавить, что определенную роль здесь может играть также растительность Венеры. Таким образом, мы имеем следующую гамму цветов: на Марсе, где климат суровый, растительность имеет голубой оттенок; на Земле, где климат умеренный, растительность зеленая, а на Венере, где климат жаркий, цвет растительности оранжевый».

Тихов является сторонником идеи о том, что современные условия на Венере могут быть очень похожи на те, что существовали на Земле более 100 млн. лет назад.

Эти и другие похожие гипотезы кажутся построенными на очень шатком основании, но было бы неосторожно заключить, что Венера должна быть совершенно безжизненна*. В настоящее время ее атмосфера, по-видимому, не очень отличается от той, которая была на Земле в докембрийский и кембрийский периоды. В те далекие времена газовый покров нашей планеты содержал гораздо больше углекислого газа и меньше свободного кислорода,

* Недавно открытый факт исключительно высокой температуры на поверхности Венеры (около 300°C; см. примечание на стр. 107) заставляет относиться ко всем гипотезам о возможности жизни на этой планете с большим сомнением.— *Прим. ред.*

чем сейчас. Именно тогда зародилась жизнь: в водах мирового океана развивались примитивные организмы, которым позднее предстояло эволюционировать в сухопутных животных, млекопитающих и наконец в человека. В кембрийский период на Земле еще не успела появиться сухопутная растительность, и даже появление насекомых было вопросом сравнительно отдаленного будущего.

Условия такого рода хорошо соответствуют «морской теории» строения поверхности Венеры. Кроме того, эволюция земной атмосферы была тесно связана с вулканизмом, и, как указал Юри³²³, вследствие сходства размеров и масс Земли и Венеры можно ожидать, что на ней тоже существует вулканическая деятельность.

Поэтому несколько лет назад я предположил, что Венера, возможно, представляет собою мир в кембрийской стадии с примитивными организмами, живущими в океанах. В этом случае развитие жизни на планете может пойти тем же путем, что и на Земле. Однако может возникнуть одно осложнение: вероятно, в недалеком будущем экспедиции с Земли достигнут Венеры и нарушат естественный ход эволюции венерианских форм жизни.

Хотя наши знания о Венере все еще очень ограничены, можно надеяться, что ближайшие десятилетия ознаменуются быстрым прогрессом в ее изучении. А пока читатель, пожалуй, убедился, что «вечерняя звезда» является одной из самых увлекательных загадок солнечной системы.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ДАННЫЕ О ВЕНЕРЕ

Расстояние от Солнца

максимальное 109,0 млн. км
минимальное 107,6 млн. км
среднее 108,3 млн. км (0,723 астроном. единицы)

Сидерический период 224 суток 16 часов 48 минут
(0,62 года)

Эксцентриситет орбиты 0,0068

Наклонение орбиты 3°24'

Средний синодический период 583,92 суток

Период вращения вокруг оси неизвестен

Диаметр ~ 12 400 км

Полярное сжатие не поддается оценке

Объем 0,92 земного

Масса 0,81 земной

Плотность 0,89 земной, или 4,9 г/см³

Ускорение силы тяжести на поверхности 0,85 ускорения
силы тяжести на поверхности Земли

Скорость ускользания 10,3 км/сек

Видимый диаметр

максимальный 65,2
минимальный 9,5
средний 37,3

Альбедо 59%

ПРИЛОЖЕНИЕ II

ОЦЕНКИ ПЕРИОДА ВРАЩЕНИЯ

Существует множество оценок величины периода вращения Венеры вокруг своей оси, и приведенный ниже список включает те из них, которые наиболее достойны внимания. Конечно, в настоящее время большинство из этих оценок не имеют никакого значения, но список интересен с исторической точки зрения и как источник библиографических ссылок.

Буквы в третьем столбце характеризуют метод, которым была получена соответствующая оценка: В — визуальный, С — спектроскопический, Ф — фотографический, Т — теоретический. Звездочка указывает, что величина периода была принята равной сидерическому периоду вращения — 224 дня 16 часов 48 минут. Буква d означает сутки, h — часы, m — минуты, s — секунды.

Год	Наблюдатель	Метод	Период вращения	Источник
1666—				
1667	Кассини Д.	В	23 ^h 21 ^m	177
1727	Бианчини	В	24 ^d 8 ^h	179
1732	Кассини Ж.	В	23 ^h 15 ^m	180
1740	Кассини Ж.	В	23 ^h 20 ^m	181
1789	Шрётер	В	23 ^h 21 ^m 19 ^s	182
1801	Фрич	В	23 ^h 22 ^m	326
1811	Шрётер	В	23 ^h 21 ^m 7 ^s 977	183
1832	Хасси	Т	24 ^d 8 ^h	188
1841	Ди-Вико	В	23 ^h 21 ^m 21 ^s 934	327
1881	Деннинг	В	23 ^h 21 ^m	328
1890	Скиапарелли	В	*	189
1890	Перротэн	В	*	329
1890	Терби	В	Оч. большой или*	330
1891	Нистен и Стюарт	В	24 ^h	331
1891	Лошарт	В	23 ^h 21 ^m	332

Продолжение

Год	Наблюдатель	Метод	Период вращения	Источник
1892	Трувело	В	24 ^h	333
1894	Фламарион	В	24 ^h	334
1895	Черулли	В	*	335
1895	Маскари	В	*	336
1895	Скиапарелли	В	*	337
1895	Таччини	В	*	338
1895	Вильямс	В	24 ^h	339
1895	Виллигер	В	24 ^h	340
1895	Бреннер	В	23 ^h 57 ^m 36 ^s 2396	190
1896	Бреннер	В	23 ^h 57 ^m 36 ^s 27728	191
1897	Мак-Ивен	В	23 ^h 30 ^m	341
1897	Фонтсере	В	*	342
1899	Рюдо и Фурнье	В	24 ^h	343
1900	Мюллер	В	24 ^h	344
1900	Белопольский	С	24 ^h 42 ^m	192
1901	Васильев	В	24 ^h	345
1902	Аренд	В	24 ^h	346
1903	Слайфер	С	*	194
1907	Штефаник	В	23 ^h 20 ^m — 23 ^h 25 ^m	347
1908	Харг	В	Не более 23 ^h 28 ^m	348
1909	Ловелл	В и С	*	212
1909	Шой	Т	24 ^h	349
1909	Перкерье	В	24 ^h	350
1911	Белопольский	С	1 ^d 11 ^h	193
1911	Бело	Т	1 ^d 4 ^h 12 ^m	351
1911	Болтон	В	23 ^h 28 ^m 30 ^s	352
1913	Майерт	В	24 ^h	353
1915	Рабе	В	23 ^h 57 ^m	354
1916	Максвелл	Т	24 ^h	355
1916	Эллисон	Т	24 ^h	356
1916	Хаусден	В	*	357
1916	Вилсон	В	*	358
1917	Лау	В	24 ^h	359
1919	Эвершед	С	20 ^h — 30 ^h	360
1921	Жарри-Делож	В	22 ^h 53 ^m	361
1921	Пиккеринг	В	2 ^d 20 ^h	195
1922	Кауль	Т	1 ^d 2 ^h 18 ^m 53 ^s	362

Продолжение

Год	Наблюдатель	Метод	Период вращения	Источник
1922	Грамадский	В	24 ^h	363
1922	Янес	Т	24 ^h 33 ^m	364
1922	Рордам	Ф	24 ^h	365
1924	Мак-Ивен	В	2 ^d 20 ^h	196
1924	Стивенсон	В	8 ^d	197
1924	Фок	В	24 ^h	366
1925	Никольсон и Сент-Джон	С	Очень большой	367
1927	Росс	Ф	30 ^h	200
1928	Шанин	В	23 ^h 58 ^m	368
1928	Шанин	В	24 ^h	369
1929	Жарри-Делож	В	24 ^h	370
1929	Н. П. Санютин	В	*	371
1930	Камю	В	*	72
1932	Баркер	В	*	215, 216
1933	Марц	В	1 ^d 13 ^h 4 ^m 48 ^s	372
1934	Антониади	В	Оч. большой или *	373
1934	Андренко	В	*	73
1936	Шпангенберг	В	24 ^h	374
1939	Хаас	В	*	375
1940	Романи	В	*	376
1942	Хаас	В	Большой	96
1945	Фокас	В	Большой	377
1949	Ширдеван и Шварц	В	23 ^h 15 ^m	378
1949	Волков	В	2 ^d 12 ^h	379
1951	Баум	В	195 ^d	217
1951	Ле Во	В	1 ^d 7 ^h 12 ^m	380
1952	Бартлетт	В	22 ^h 30 ^m	381
1953	Рот	В	15 ^h	382
1954	Кутшер	В	1 ^d 11 ^h	383
1954	Койпер	Ф	Неск. недель (?)	201
1955	Дольфюс	В и Ф	*	384
1956	Краус	Радио	22 ^h 17 ^m	205
1958	Ричардсон	С	См. стр. 75	208

ПРИЛОЖЕНИЕ III
УСЛОВИЯ ВИДИМОСТИ ВЕНЕРЫ
 С 1959 по 2000 г.
 (по расчетам Хита)

Дата	Явление	Видимый диаметр	Звездная величина
<i>1959</i>			
Июнь 23	Вост. элонгация 45°4'	24"	^m —3,9
Июль 26	Макс. яркость	38	—4,2
Сентябрь 1	Нижнее соединение	59	—3,2
Октябрь 8	Макс. яркость	38	—4,3
Ноябрь 11	Зап. элонгация 46°6'	24	—4,0
<i>1960</i>			
Июнь 22	Верхнее соединение	10	—3,5
<i>1961</i>			
Январь 29	Вост. элонгация 46°9'	24	—4,0
Март 5	Макс. яркость	39	—4,3
Апрель 11	Нижнее соединение	59	—3,2
Май 16	Макс. яркость	38	—4,2
Июнь 20	Зап. элонгация 45°8'	24	—4,0
<i>1962</i>			
Январь 27	Верхнее соединение	10	—3,5
Сентябрь 3	Вост. элонгация 46°2'	25	—4,0
Октябрь 8	Макс. яркость	40	—4,3
Ноябрь 12	Нижнее соединение	63	—3,1
Декабрь 18	Макс. яркость	41	—4,4

Продолжение

Дата	Явление	Видимый диаметр	Звездная величина
<i>1963</i>			
Январь 23	Зап. элонгация 47°0'	25"	^m —4,1
Август 30	Верхнее соединение	10	—3,5
<i>1964</i>			
Апрель 10	Вост. элонгация 45°8'	24	—4,0
Май 13	Макс. яркость	37	—4,2
Июнь 19	Нижнее соединение	58	—2,8
Июль 26	Макс. яркость	37	—4,2
Август 29	Зап. элонгация 45°9'	24	—4,0
<i>1965</i>			
Апрель 12	Верхнее соединение	10	—3,5
Ноябрь 15	Вост. элонгация 47°2'	25	—4,0
Декабрь 21	Макс. яркость	41	—4,4
<i>1966</i>			
Январь 26	Нижнее соединение	63	—3,2
Март 1	Макс. яркость	40	—4,3
Апрель 6	Зап. элонгация 46°4'	25	—4,0
Ноябрь 9	Верхнее соединение	10	—3,5
<i>1967</i>			
Июнь 20	Вост. элонгация 45°4'	24	—3,9
Июль 24	Макс. яркость	38	—4,2
Август 29	Нижнее соединение	59	—3,2
Октябрь 6	Макс. яркость	39	—4,3
Ноябрь 9	Зап. элонгация 46°6'	24	—4,0
<i>1968</i>			
Июнь 20	Верхнее соединение	10	—3,5

Продолжение

Дата		Явление	Видимый диаметр	Звездная величина
<i>1990</i>				
Январь	19	Нижнее соединение	63"	^m —3,1
Февраль	22	Макс. яркость	40	—4,3
Март	30	Зап. элонгация 46°5'	25	—4,0
Ноябрь	1	Верхнее соединение	10	—3,5
<i>1991</i>				
Июнь	13	Вост. элонгация 45°3'	24	—3,9
Июль	16	Макс. яркость	37	—4,2
Август	22	Нижнее соединение	58	—3,2
Сентябрь	28	Макс. яркость	38	—4,3
Ноябрь	2	Зап. элонгация 46°6'	25	—4,0
<i>1992</i>				
Июнь	13	Верхнее соединение	10	—3,5
<i>1993</i>				
Январь	19	Вост. элонгация 47°1'	23	—4,0
Февраль	24	Макс. яркость	39	—4,3
Апрель	1	Нижнее соединение	60	—3,4
Май	7	Макс. яркость	39	—4,2
Июнь	10	Зап. элонгация 45°8'	24	—3,9
<i>1994</i>				
Январь	17	Верхнее соединение	10	—3,5
Август	25	Вост. элонгация 46°0'	25	—4,0
Сентябрь	28	Макс. яркость	40	—4,3
Ноябрь	2	Нижнее соединение	62	—3,1
Декабрь	9	Макс. яркость	41	—4,4

Продолжение

Дата		Явление	Видимый диаметр	Звездная величина
<i>1995</i>				
Январь	13	Зап. элонгация 47°0'	25"	^m —4,1
Август	20	Верхнее соединение	10	—3,5
<i>1996</i>				
Апрель	1	Вост. элонгация 45°9'	24	—4,0
Май	4	Макс. яркость	37	—4,2
Июнь	10	Нижнее соединение	58	—2,7
Июль	17	Макс. яркость	37	—4,2
Август	19	Зап. элонгация 45°8'	24	—4,0
<i>1997</i>				
Апрель	2	Верхнее соединение	10	—3,5
Ноябрь	6	Вост. элонгация 47°2'	25	—4,0
Декабрь	12	Макс. яркость	41	—4,4
<i>1998</i>				
Январь	16	Нижнее соединение	63	—3,1
Февраль	20	Макс. яркость	40	—4,3
Март	27	Зап. элонгация 46°5'	25	—4,0
Октябрь	30	Верхнее соединение	10	—3,5
<i>1999</i>				
Июнь	11	Вост. элонгация 45°3'	24	—3,9
Июль	14	Макс. яркость	37	—4,2
Август	20	Нижнее соединение	58	—3,2
Сентябрь	26	Макс. яркость	38	—4,3
Октябрь	30	Зап. элонгация 46°5'	25	—4,0
<i>2000</i>				
Июнь	11	Верхнее соединение	10	—3,5

ПРИЛОЖЕНИЕ IV

СОВЕТЫ НАБЛЮДАТЕЛЮ ВЕНЕРЫ

Венера — очень трудный для изучения объект. Когда она подобно яркой лампе сверкает на темном небе и даже дает тени, наблюдать ее вообще не стоит. Ослепительный блеск планеты не позволит различить тонкие детали и никаких реальных подробностей увидеть не удастся. Иногда хорошие условия видимости бывают в сумерки или на рассвете, но, вообще говоря, Венеру лучше всего наблюдать при полном дневном свете, когда Солнце находится над горизонтом. Если телескоп имеет экваториальную установку с часовым механизмом, такие наблюдения не представляют никакой трудности. Даже при работе с азимутальным штативом планету можно быстро найти после самой незначительной практики благодаря ее исключительной яркости.

О сравнительных достоинствах рефракторов и рефлекторов спорили много. Каждый тип телескопов имеет свои преимущества и недостатки, а каждый наблюдатель — свое установившееся мнение. Моя собственная точка зрения такова, что для наблюдения Венеры рефлектор предпочтительнее рефрактора той же мощности, так как явление «ложной окраски», усиливающееся благодаря большой яркости диска, здесь обычно меньше. Впрочем, это мое личное мнение, и многие, вероятно, с ним не согласятся.

Большое увеличение выгодно не всегда. Часто при наблюдениях Венеры использование сильного окуляра ухудшает четкость изображения, а этого следует избегать любыми способами. Малое увеличение, дающее очень отчетливое изображение, гораздо предпочтительнее большого увеличения, при котором мы видим в окуляр расплывчатое колеблющееся пятно. Но если даже при малом увеличении не получается удовлетворительного изображения, то дело, очевидно, в плохих атмосферных условиях, и единственный выход — отложить наблюдения. Наблюдать

детали на Венере при плохих условиях недопустимо, так как зарисовки не только окажутся бесполезными, но могут даже ввести в заблуждение.

Видимый диаметр Венеры бывает больше, когда она находится вблизи нижнего соединения, и меньше при других положениях планеты, но, вообще говоря, лучше все рисунки делать одного масштаба. Наблюдателями Британской астрономической ассоциации в качестве стандарта принят круг диаметром 2 дюйма.

Старайтесь пронаблюдать следующее:

1. *Фазу.* С максимально возможной точностью отметьте момент дихотомии, с тем чтобы определить величину эффекта Шрётера. Конечно, можно производить и измерения терминатора, но практически обыкновенные глазомерные оценки достаточно надежны.

2. *Темные области*, которые следует зарисовывать с максимальной тщательностью. Наблюдатели Британской астрономической ассоциации используют для оценки потемнения шкалу интенсивностей от 0 (белый цвет) до 10 (черный) аналогично шкале, применяющейся при наблюдении некоторых других планет. Однако для поверхности Венеры интенсивность потемнения редко превышает 2. Подобные оценки очень трудны, но могут иметь большое значение.

3. *Светлые области*, в том числе устойчивые шапки на концах серпа и темную кайму вокруг них.

4. *Всякие неправильности терминатора.* Постарайтесь отличать их от простой «ряби», вызванной беспокойством земной атмосферы.

5. *Любые признаки пепельного света.* Если удастся, отметьте интенсивность и цвет. Для этого необходимо наблюдать Венеру на фоне темного неба и заслонить яркий серп непрозрачным экраном или чем-нибудь в этом роде.

Каждую зарисовку следует сопровождать примечанием с указанием года, даты, времени (по Гринвичу), инструмента, увеличения, качества изображения, прозрачности атмосферы и фамилии наблюдателя. Самое главное — рисуйте только то, в реальности чего вы уверены. Небрежность и стремление принять желаемое за действительное — злейшие враги астронома-наблюдателя.

СОКРАЩЕНИЯ.

- A. N. — Astronomische Nachrichten.
Ap. J. — Astrophysical Journal.
Astr. Jahr. — Astronomisches Jahrbuch.
B. S. A. F. — Bulletin de Société Astronomique de France.
J. B. A. A. — Journal of the British Astronomical Association.
J. R. A. S. C. — Journal of the Royal Astronomical Society of Canada.
L'Astr. — L'Astronomie (Société Astronomique de France).
M. N. R. A. S. — Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.
Obs. — Observatory.
P. A. S. P. — Publications of the Astronomical Society of the Pacific.
Phil. Trans. — Philosophical Transactions.
Pop. Astr. — Popular Astronomy.
S. and T. — Sky and Telescope.

Из наиболее важных работ общего характера следует отметить: *The Atmospheres of the Earth and Planets*, ed. by G. P. Kuiper (Атмосферы Земли и планет, сб. статей под ред. Д. П. Койпера, М., ИЛ, 1951), а также недавно вышедшую обзорную работу Шоу и Бобровникова (J. H. Shaw and N. T. Bobrovnikov, *Natural Environment of the Planet Venus*, The Perkins Observatory, U. S. A., *Miscellaneous Scientific Papers*, Reprint No. 40).

ЛИТЕРАТУРА

К ГЛАВЕ I

1. M a s p e r o, Histoire Ancienne des Peuples de l'Orient Classique, 1899, p. 95.
2. H o u z e a u and L a n c a s t e r, General Bibliography of Astronomy, vol. I, p. 84.
3. M. J a s t r o w, Religious Beliefs in Babylonia and Assyria, 1911, p. 221.
4. W i l l i a m s o n, Religious and Cosmic Beliefs of Central Polynesia, vol. II, p. 242.
5. R. L i n t o n, The Thunder Ceremony of the Pawnee and the Sacrifice to the Morning Star, compiled from notes by G. Dorsey, Field Museum of Natural History, Department of Anthropology, Chicago, 1922.
6. Г о м е р, Илиада, XXII; XXIII.
7. H i n c k s, On Certain Babylonian Observations of Venus, M. N. R. A. S., 20, 319 (1860).
8. J. K. F o t t e r i n g h a m and H. S. L a n g d o n, The Venus Tablet, 1928; S y d n e y S m i t h, Alalakh, a pamphlet of the British Museum, 1940; A. G. S h o r t t, J. B. A. A., 57, 208 (1947).
9. Труд Птолемея «Альмагест» был переведен на французский язык Альма, Париж, 1813. Движение Венеры рассматривается в томе II, стр. 193—209.
10. Г а л и л е й, Звездный вестник, 1610. Выдержки даны в книге: H. S h a p l e y and H. H o w a r t h, Source Book of Astronomy, New York, 1929.
11. Н. К о п е р н и к, Об обращениях небесных сфер, 1546.
12. Opere di Galileo, vol. II, Padova, 1744, p. 42.
13. Г а л и л е й, Диалог о двух главнейших системах мира — птоломеевой и коперниковой, Флоренция, 1632. Перевод А. И. Долгова, Гостехиздат, 1948.

Дополнительные сведения о Венере в древних легендах можно найти в книгах: К. Ф л а м м а р и о н, Множественность населенных миров и условия обитаемости небесных земель с точки зрения астрономии, физиологии и естественной философии, перевод Е. А. Претченко, Спб., 1898; G. C. L e w i s, Astronomy of the Ancients, London, 1862, p. 62.

Несколько увлекательных полинезийских легенд приведены в книге: M. W. Makemson, *The Morning Star Rises*, Yale, 1941. Например, на стр. 140 Макемсон упоминает о старом маорийском поверье, что взаимное расположение Венеры и лунного серпа влияет на исход осады.

Венерианский календарь древнего народа майя представляет очень большой исторический интерес. В недавно опубликованном исследовании (С. Н. S m i l e y, J. R. A. S. C., 54, 222, 1960; Nature, 188, 215, 1960) автор пришел к выводу, что древние майя обладали удивительно обширными астрономическими познаниями уже в IV в., т. е. значительно раньше, чем принято считать.

К ГЛАВЕ II

14. A. M. C l e r k e, History of Astronomy during the Nineteenth Century, London, 1902, p. 225.
15. A r a g o, Astronomie populaire, vol. II, p. 533. См. также: Pop. Astr., vol. I, p. 701.
16. N. L o c k y e r, Nature, 22nd December (1887).
17. T. and W. L o c k y e r, Sir Norman Lockyer, London, 1928, p. 130.
18. P. M. R y v e s, J. B. A. A., 58, 127.
19. A. J. L. M u r r a y, личная переписка, 1958.
20. P l i n y, Naturalis Historia, II, 6, 8.
21. S i m p l i c i u s, Commentary on the Heavens of Aristotle, II, 12, 226a. См. также E. M. A n t o n i a d i, L'Astr., 41, 343 (1927).
22. E. M. A n t o n i a d i, B. S. A. F., 11, 487 (1897).
23. P. M o o r e, Guide to the Planets, 2nd ed., London, 1957, p. 44.
24. J. I. P l u m m e r, M. N. R. A. S., 36, 351 (1876).
25. W. H. S t e a v e n s o n J. B. A. A., 66, 264 (1956). См. также S. and T., 16, 161 (1956).
26. B. S. A. F., 14, 236 (1900); W e s t and B u r t, Marine Observer, 15, 8 (1938); Nature, 141, 168 (1930); A n t o n i a d i, L'Astr., 50, 182 (1936); W. G r o u b e, L'Astr., 48, 116 (1934).
27. A. J. L. M u r r a y, New Scientist, 4, 133 (5th June 1958), а также личная переписка с автором.
28. Список старых определений углового диаметра Венеры дан в книге: H o u z e a u, Vade-Mecum de l'Astronomie, Brussels, 1882, p. 461.
29. T. J. J. S e e, A. N., 3676. См. также J. B. A. A., 11, 128 (1900); Nature, 63, 212.
30. A. A. Н е ф е д ь е в, Бюлл. Энгельгартовской obs., № 30, 3 (1953).
31. V i d a l, Conn. des Temps, 1810, p. 375. Измерения были проведены в октябре 1807 г.
32. T e n n a n t, M. N. R. A. S., 35, 345. См. также: Observatory, 7, 262; V. V e n t o s a, A. N., 4633; Ciel et Terre, 34, 113 (1918).
33. V. A. F i r s o f f, Our Neighbour Worlds, London, 1952, p. 199.

Дополнительные сведения об альbedo Венеры можно найти в работах: И. А. П а р ш и н, Астрон. цирк. АН СССР, № 145, 12 (1954); Бюлл. Ленинградского университета, 9, № 5, 85 (1954). Паршин дает значения альbedo 0,67 для фотографической области, 0,93 для красной и 0,95 для инфракрасной области спектра.

К ГЛАВЕ III

34. Интересующихся историей развития теории движения Венеры отсылаем к работам: L a l a n d J. J. d e, Calcul des inégalités de Vénus par l'attraction de la Terre, Histoire de l'Académie des Sciences, Paris, 1760, p. 309; L a p l a c e P. S. d e, Théorie de Vénus, Traité de Mécanique Céleste, III, liv. IV, ch. 9, 1802; L e V e r r i e r U. J. J., Théorie du mouvement de Vénus, Annales de l'Observatoire de Paris, Mémoires, 6, 1, 169 (1861); L e V e r r i e r, U. J. J., Tables générales du mouvement de Vénus, там же, p. 95; H i l l G., Tables of Venus, prepared for use of the American Ephemeris and Nautical Almanac, Washington, 1872.

Обзор работ о движении Венеры до 1811 г. дал фон Линденау. См. также: F. v o n Z a c h, Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erde- und Himmelskunde, 23, p. 207 (1811). Современные таблицы, разумеется, очень точны.

35. P l i n y, Naturalis Historia, II, 37.
36. W i l l i a m s o n, Religious and Cosmic Beliefs of Central Polynesia, I, p. 128.
37. L a y a r d, Nineveh and its Remains, 2, p. 356; Nineveh and Babylon, p. 606. См. также: C. R e i n h a r d t, J. R. A. S. C., 23, 113.
38. J. O f f o r d, J. B. A. A., 13, 40 (1902); Knowledge (November 1902). См. также: The Deity of Crescent Venus in Ancient Western Asia, Journal of the Royal Asiatic Society, April 1915.
39. W. W. C a m p b e l l, P. A. S. P., 28, 85.
40. H. M c E w e n, J. B. A. A., 6, 34 (1895).
41. H. M c E w e n, J. B. A. A., 25, 33 (1912).
42. P r o c t o r R. A., Orbs Around Us, London, 1881, p. 102.
43. C. R e i n h a r d t, J. R. A. S. C., 25, 269 (1931).
44. C. R e i n h a r d t, J. R. A. S. C., 23, 48 (1929).
45. D. H o w e l l, J. R. A. S. C., 25, 132 (1931).
46. H. W. C o r n e l l, J. R. A. S. C., 29, 31 (1935).
47. F. W. W o o d, J. R. A. S. C., 29, 119 (1935).
48. M. A. B l a g g, J. B. A. A., 19, 218 (1909).
49. T. W. W e b b, Celestial Objects, vol. I (1917 edition), p. 63.
50. W. S. F r a n k s, личная переписка, 1932.
51. E. H a l l e y, An Account of the Cause of Venus being Seen in Daylight, Phil. Trans., 4, 300—302 (1721); 466 (1716).

К ГЛАВЕ IV

52. Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens, published by the Société Hollandaise des Sciences.
53. F. F o n t a n a, Novae coelestium terrestriumque rerum observationes, Naples, 1646, p. 92.
54. B u r r a t i n i, J. des Scavans, p. 287 (1665); p. 33, 101 (1666).
55. G. D. C a s s i n i, J. des Scavans, p. 122 (1667); Phil. Trans., 2, 615; A n t o n i a d i, L'Astr., 39, 430 (1925).

56. F. Bianchini, *Hesperii et Phosphori Nova Phaenomena*, Rome, 1727.
57. W. Herschel, *Phil. Trans.*, pp. 201—209 (1793). Воспроизведено в книге: *Herschel's Collected Scientific Papers*, pp. 442—451 (published by the Royal Astronomical Society, 1912).
58. G. de Vaucouleurs, *Discovery of the Universe*, London, 1957, p. 125.
59. J. Schröter, *Aphroditographische Fragmente*, Helmstedt, 1796.
60. См., например, Ф. Араго, *Общедоступная астрономия*, СПб., 1861; W. Beer und J. Mädler, *Beiträge zur Physischen Kenntniss der himmlischen in Sonnensysteme*, Weimar, 1841; *Fragments sur les corps célestes du système solaire*, Paris, 1840; C. Flammarion, *La planète Vénus*, Paris, 1897; T. W. Webb, *Celestial Objects*, vol. I, London, 1917, pp. 61—76.
- 60a. P. Moore, *A Defence of Schröter*, J. B. A. A., 70, 363 (1960).

К ГЛАВЕ V

61. J. B. A. A., *Report of the Mercury and Venus Section*, 67, 104 (1957).
62. Г. Спенсер Джонс, *Жизнь на других мирах*, М.—Л., Гостехиздат, 1946.
63. W. Villiger, *Neue Annalen*, 3, Munich Observatory (1898).
64. W. W. Spangenberg, *A. N.*, 281, 6 (1952).
65. J. Ashbrook, S. and T., 16, 588 (1957); интересная сводка результатов, полученных Виллигером, Спангенбергом и др.
66. A. P. Lenham and J. H. Ludlow, *J. B. A. A.*, 64, 300 (1954).
67. P. Moore, S. and T., 17, 179 (1958).
68. E. E. Barnard, *Ap. J.*, 210 (1897).
69. E. M. Antoniadi, *L'Astr.*, 299 (1928).
70. A. P. Lenham, *J. B. A. A.*, 68, 98 (1958).
71. W. H. Steavenson, *J. B. A. A.*, 34, 126 (1924).
72. Наблюдения сделаны в 1932 г., изложены в *L'Astr.*, 46, 145. См. также: *J. B. A. A.*, 42, 311.
73. L. Andrenko, *Urania*, 110 (Barcelona, 25th November 1935). См. также заметку: T. L. Macdonald, *J. B. A. A.*, 46, 207 (1936); *L'Astr.*, 46, 114 (1932).
74. A. Dollfus, *Etude visuelle et photographique de l'atmosphère de Vénus*; *L'Astr.*, 69, 415 (1955); S. and T., 15, 397 (1956).
75. H. McEwen, *J. B. A. A.*, 36, 190 (1926).
76. A. Dollfus, см. [74].
- 76a. P. Moore and P. J. Cattermole, *J. B. A. A.*, 70, 130 (1960).

Другая работа Дольфуса напечатана в «Les molécules dans les astres», communications présentées au septième Colloque Internati-

onal d'Astrophysique tenu à Liège, 12—14 July 1956, Liège, 1957, p. 141—146. В том же издании (стр. 160) Юри заявляет: «Возможна и другая ситуация, а именно, что темные пятна, наблюдавшиеся Дольфусом, являются низменными участками суши, омываемыми морем ... В этом случае они могут наблюдаться либо как голые пустынные равнины, либо как низменности, покрытые растительностью». Автор настоящей книги не может согласиться с такой точкой зрения.

К ГЛАВЕ VI

77. Платон, *Государство*, X, 14; Соч., ч. 3, СПб.—М., 1863—1879.
78. R. Jarry-Desloges, *Observations des surfaces planétaires*, Fascicule VIII (Années 1921 et 1922), p. 190. См. также: H. McEwen, *J. B. A. A.*, 46, 145 (1936).
79. H. McEwen, *J. B. A. A.*, 46, 145 (1936).
80. J. A. Lees, *J. B. A. A.*, 39, 342 (1928).
81. J. C. Bartlett, *Strolling Astronomer*, 6, 23 (1953).
82. J. B. A. A., *Report of the Mercury and Venus Section*, 67, 306 (1957).
83. J. Trouvelot, *Observations sur les planètes Vénus et Mercure*, Soc. Astr. de France (February 1892), p. 82.
84. H. McEwen, *J. B. A. A.*, 57, 143 (1947).

Об изменениях цвета Венеры сообщал Н. П. Барабашев в Изв. Харьковской obs., 2, 5 (1952). Интересные замечания о цвете Венеры содержатся в работах: G. Raymond, *L'Astr.*, 36, 135 (1922); G. Oriano, *Observations colorimétriques de Mars et Vénus*, *L'Astr.*, 52, 400 (1938). Интересна одна из последних работ: F. Link and L. Neuzil, *Sur la couleur de Vénus*, «Les molécules dans les astres», communications présentées au septième Colloque International d'Astrophysique tenu à Liège, 12—14 July 1956, Liège, 1957, p. 156—159. Измерения Линка и Неужила показали, что Венера желтее Солнца. См. также: D. H. Menzel and F. L. Whipple, *P. A. S. P.*, 67, 161 (1955); Д. П. Койпер, *Атмосферы Земли и планет*, Сборник статей, М., ИЛ, 1951, стр. 13.

К ГЛАВЕ VII

85. F. von P. Gruithuisen, *Nova acta Academiae naturae curiosorum, Verhandlungen der Deutschen Akademie der Naturforscher*, 10, 239 (Bonn, 1821).
86. J. B. A. A., *Report of the Mercury and Venus Section*, 67, 305 (1957).
87. P. Moore, *Guide to Mars*, London, 1956, p. 38.
88. W. H. Steavenson, *J. B. A. A.*, 36, 299 (1926).
89. G. P. Kuiper, *Ap. J.* (November 1954). См. также: S. and T., 14, 131 (1955).

90. A. Dollfus, *L'Astr.*, 69, 425 (1955).
91. F. Bianchini, *Hesperii et Phosphori Nova Phaenomena*, Rome, 1727.
92. J. Schröter, *Aphroditographische Fragmente*, Helmstedt, 1796.
93. W. H. Pickering, *J. B. A. A.*, 31, 218 (1920).
94. Jarry-Desloges, *Observations des surfaces planétaires*, Fasc. 1933.
95. E. M. Antoniadi, *A. N.*, 6246 (1934).
96. W. H. Haas, *J. R. A. S. C.*, 37, 323 (1942).
97. Schirdewahn, *Sternwelt*, No 1 (1950).
98. см. 383.
99. F. E. Ross, *Ap. J.*, 68, 57—92 (July 1928).
100. E. M. Antoniadi, *J. B. A. A.*, 44, 342 (1934).
101. P. Moore, *J. B. A. A.*, 65, 235 (1955).
102. W. A. Granger, *J. B. A. A.*, 67, 104 (1957).
103. V. A. Firsoff, *J. B. A. A.*, 67, 70, 107 (1957).
104. A. P. Lenham, *Strolling Astronomer*, 8, 60 (1954).
105. J. H. Robinson, *J. B. A. A.*, 66, 261 (1956).
106. A. Dollfus, *L'Astr.*, 69, 421 (1955).
107. J. C. Bartlett, *Strolling Astronomer*, 7, 32 (1953).
108. И. Т. Зоткин и А. Н. Чигорин *Бюлл. ВАГО*, № 12, 3 (1953).
109. W. H. Steavenson, *J. B. A. A.*, 36, 274 (1926).
110. Д. П. Койпер, *Сб.*, «Атмосферы Земли и планет», стр. 395.
111. P. Moore, *J. B. A. A.*, 65, 234 (1955).

Вопрос о шапках на Венере обсуждается также в следующих работах: Fonts éré, *Ciel et Terre*, 18, 354 (1897); A. N., 3430; E. M. Nelson, *L'Astr.*, 33, 328, 368 (1919); Flammarion, *L'Astr.*, 33, 361 (1919). В недавно написанной работе (J. C. Bartlett, *Strolling Astronomer*, 12, 123—135, 1959), высказано предположение, что кайма вокруг шапок действительно существует и представляет собой полосы таяния. При этом, однако, Бартлетт предполагает, что сами шапки состоят из льда или снега; я совершенно не согласен с этой точкой зрения.

К ГЛАВЕ VIII

112. М. В. Ломоносов, Явление Венеры на Солнце, наблюденное в Санкт-Петербургской Академии наук. Полное собрание сочинений, т. 4, Изд-во АН СССР, 1955.
113. Otto Struve, S. and T., 13, 118 (1954).
114. См., например, Б. Н. Меншуткин, *Жизнеописание М. В. Ломоносова*, Изд-во АН СССР, 1947; В. В. Шаронов, *Ломоносов*, Изд-во АН СССР, 1960.
115. J. Lalande, *Astronomie*, 2272.
116. J. Schröter, *Phil. Trans.*, 309 (1792). См. также: *Aphroditographische Fragmente*, Helmstedt, 1796, S. 85.
117. Guthrie, *Observation of an Appearance in the Planet Venus*, M. N. R. A. S., 14, 169 (1842).

118. C. S. Lyman, *American Journal of Science and Arts*, IIIrd Series, 9, 47 (1875); *L'Astr.* (June, 1891); *J. B. A. A.*, 1, 455 (1891).
119. См., например: H. N. Russel and Z. Daniel, *Nature*, 76, 389; *Ap. J.*, 26, 69; J. C. Bartlett, *Strolling Astronomer*, 7, 30 (1953).
120. C. Payne-Gaposhkin, *Introduction to Astronomy*, London, 1956, p. 187.
121. W. Herschel, *Phil. Trans.*, 201—209 (1793). См. также: *Collected Scientific Papers*, I, 449 (1912).
122. Pastorff, *Astr. Jahr.*, 157 (1823), 235 (1825).
123. Ritz, *Astr. Jahr.*, 190 (1826).
124. J. Mädler, *A. N.*, 29, 107 (1849).
125. Tacchini and Riccò, *Mem. Sprettr. Italiani* (December 1882).
126. Young, *American Journal of Science and Arts*, 35, 328.
127. См. книгу: R. S. Richardson, *Man and the Planets*, London, 1954, p. 150; американское издание этой книги называется «Exploring Mars».
128. Nicholson and St. John, *Phys. Rev.*, 19, 444 (1922); Т. Данхэм, *сб.* «Атмосферы Земли и планет», стр. 322. См. также: W. St. John, *J. B. A. A.*, 32, 286 (1922); *Ap. J.*, 56, 380 (1922); E. C. Slipher, *Lowell Obs. Bull.*, 3, 88 (1921).
129. W. S. Adams and T. Dunham, *P. A. S. P.*, 44, 243 (1932).
130. T. Dunham, *P. A. S. P.*, 45, 202.
131. Johnstone Stoney, *Nature* (30th December 1897); *Trans. Roy. Dublin Soc.* (November 1897).
132. A. Adel, *Ap. J.*, 93, 397 (1941). См. также статью Данхэма в сборнике «Атмосферы Земли и планет», стр. 322.
133. Ж. Вокулер, *Физика планеты Марс*, перевод с французского, М., ИЛ, 1956.
134. V. A. Firsoff, *Our Neighbour Worlds*, London, 1952, p. 209.
135. Эти вопросы обсуждаются в книгах: G. de Vaucouleurs, *The Planet Mars*, London, 1950; Ж. Вокулер, *Физика планеты Марс*, перевод с французского, М., ИЛ, 1956; H. Struhold, *The Green and Red Planet*, London, 1956; P. Moore, *Guide to Mars*, London, 1956.
136. Watson, *Nature*, 12, 448.
137. Г. Спенсер Джонс, *Жизнь на других мирах*.
138. W. H. Wright, *P. A. S. P.*, 39, 220 (1927).
139. F. E. Ross, *Ap. J.*, 68, 57 (1928); *L'Astr.*, 43, 367 (1929).
140. F. E. Ross, см. [139]; McEwen, *J. B. A. A.*, 39, 52 (1928).
141. Г. Спенсер Джонс, *Жизнь на других мирах*.
142. R. S. Richardson, *P. A. S. P.*, 67, 304 (1955).
143. G. P. Ruiper, *Ap. J.*, 120, 603 (1954); *Contributions from the McDonald Observatory of Texas*, 246; S. and T., 14, 141 (1954).
144. Н. А. Козырев, *Изв. Крымской астрофиз. общ.*, 12, 177 (1954). См. также: S. and T., 15, 159 (1956).
145. A. Dollfus, *L'Astr.*, 67, 61 (1953); 69, 413 (1955).
146. R. S. Richardson, *P. A. S. P.*, 67, 304 (1955).
147. A. Dollfus, *L'Astr.*, 69, 425 (1955).

148. W. H. Haas, *Pop. Astr.*, 47, 547 (1939).
149. T. W. Rackham, *J. B. A. A.*, 67, 160 (1957).
150. M. Gadsden, *J. B. A. A.*, 67, 166 (1957).
151. J. H. Robinson, *J. B. A. A.*, 66, 261 (1956).
152. R. Wildt, *Ap. J.*, 86, 321 (1937).
153. R. Wildt, *Ap. J.*, 92, 247 (1940); B. M. Peek, *J. B. A. A.*, 51, 102 (1941).
154. Т. Данхэм, Сб. «Атмосферы Земли и планет», стр. 322.
155. Д. П. Койпер, Сб. «Атмосферы Земли и планет», стр. 341.
156. P. Lowell, *The Evolution of Worlds*, New York, 1909.
157. Б. П. Герасимович, Бюлл. Пулковской обс., № 127 (1937).
158. E. Pettit and S. B. Nicholson, *P. A. S. P.*, 36, 227 (1924). См. также: *Pop. Astr.*, 32, 14 (1924); *L'Astr.*, 38, 241 (1924).
159. E. Pettit and S. B. Nicholson, *P. A. S. P.*, 67, 293 (1955). В этой статье содержится опечатка (стр. 303), неправильно дана температура Венеры. На стр. 432 дано исправленное значение, однако Ричардсон повторил ошибку в [160].
160. W. M. Sinton and J. Strong, *Science*, 123, 676 (1956). См. также: R. S. Richardson, *P. A. S. P.*, 70, 256 (1958).
161. D. H. Menzel and F. L. Whipple, *P. A. S. P.*, 67, 161 (1955). См. также: *S. and T.*, 14, 20 (1954).
162. B. Lyot, *Ann. Obs. Paris (Meudon)*, 8, 7, 66 (1929). См. также: *L'Astr.*, 38, 102 (1924); 41, 275 (1927).
163. E. J. Örik, *Irish Astronomical Journal*, 4, 37 (1956).
164. Статья Эпика обсуждается в журнале: *S. and T.*, 16, 72 (1956).
165. A. W. Clayden, *M. N. R. A. S.*, 69, 195. См. также: *J. B. A. A.*, 19, 227 (1909).
166. Д. П. Койпер, Сб. «Атмосферы Земли и планет», стр. 341; *Transactions of the International Astronomical Union*, vol. IX, 1955, p. 251.
167. J. Schröter, *Aphroditographische Fragmente*, Helmstedt, 1796. См. также: Antoniad, *L'Astr.*, 54, 260 (1940). Антониади считал, что указания на этот эффект имеются в книге: Le Monnier, *Histoire Celeste*, 1741. См. также: H. M. Ewen, *J. B. A. A.*, 48, 62 (1937); T. W. Webb, *Celestial Objects*, vol. I, London, 1917, p. 64; Schröter, *Phil. Trans.*, 133—134 (1795).
168. W. Beer und J. H. Mädler, *Beiträge zur physischen Kenntnis der himmlischen Körper in Sonnensysteme*, Weimar, 1841; *Fragments zur les corps célestes du système solaire*, Paris, 1840. См. также: Mädler, *Populäre Astronomie*, Berlin, 1841.
169. F. di Vico, *Rotazione di Venere sul proprio asse*, Memoria intorno a parecchie osservazioni fatte nella specola dell' Università gregoriana in Collegio Romano, 42 (1839).
170. *J. B. A. A.*, 37, 345 (1927).
171. J. C. Bartlett, *Strolling Astronomer*, 7, 34 (1953).
172. M. B. Heath, *J. B. A. A.*, 66, 34 (1955).
173. W. Sander, *Mitt. für Plan.*, 10, No. 1 (1957); P. Moore, *J. B. A. A.*, 68, 39 (1958).

174. E. M. Antoniad, *Sur une anomalie de la phase dichotome de la planète Vénus*, *Comptes Rendus* (27th August 1900).
175. В. А. Бронштейн, *Планеты и их наблюдение*, М., Гостехиздат, 1957.
176. T. W. Webb, *Celestial Objects*, vol. I, London, 1917, p. 73.
- 176a. Н. П. Барабашев, *Техника молодежи*, № 4, 14 (1960).
- 176b. Summary of Moore-Ross Flight of November 1959, John Hopkins Univ., Baltimore, USA.
- 176v. B. Warner, *M. N. R. A. S.*, 121, 279 (1960).

В 1950 г. Томбо сфотографировал Венеру вблизи нижнего соединения и получил превосходную картину удлинения рогов серпа (C. Tombaugh, *Astron. J.*, 55, 184, 1950). Измерения удлинения рогов обсуждались в работах: W. Rabe, *A. N.*, 276, 111 (1948); F. Link, *Bull. Astr. Inst. Czech.*, 1, 75 (1949). Линк приписал этот эффект действию слоя мелкой пыли, плавающей в верхних слоях атмосферы планеты. По вопросу о запыленности атмосферы Венеры имеет смысл обратиться к одной из старых работ Рессела (Ap., J., 9, 284, 1899). В. В. Шаронов определил, что угол горизонтальной рефракции в атмосфере Венеры равен 20" и объяснил столь малое его значение существованием тонкого и полупрозрачного слоя облаков. См. *Астрон. цирку. АН СССР*, № 125, 8—9 (1952); *Астрон. ж.*, 29, 728—737 (1952); В. Н. Фролов, *Труды Астрономической обс. ЛГУ*, 190, 62 (1957).

Наиболее современный анализ полос CO₂ в спектре Венеры и также полос в фотографической инфракрасной области спектра дан в статье: G. Gerzberg and L. Gerzberg, *J. Opt. Soc. Amer.*, 43, 1037 (1953).

Стоит познакомиться с серией фотографий Венеры, сделанных Кэниссе (F. Quéniisset, *L'Astr.*, 36, 126, 1922). Работа Линка «Allongement des Cornes de Vénus» содержит математическую трактовку вопроса об удлинении рогов серпа. См. Link F., *Les molécules dans les astres, communications présentées au septième Colloque International d'Astrophysique tenu a Liège 12—14 July 1956, Liège*, 1957, p. 148. См. также: E. Schoenberg, *A. N.*, 277, 123 (1949).

К ГЛАВЕ IX

177. G. D. Cassini, *J. des Scavans*, 122 (December 1667). Статья перепечатана в *Histoire de l'Académie des Sciences*, vol. X, Paris, 1731, p. 467. См. также: *Nature*, 13, 512.
178. G. D. Cassini, *Phil. Trans.*, 2, 615.
179. F. Bianchini, *Hesperii et Phosphori Nova Phaenomena*, Rome, 1727. См. также: *A. N.*, 278; *Nature*, 13, 512.
180. J. J. Cassini, *Histoire de l'Académie des Sciences, avec les mémoires de mathématique*, 197 (1732); *Éléments d'astronomie*, Paris, 1740, p. 515.
181. J. J. Cassini, *Histoire de l'académie des sciences avec les mémoires de mathématique*, 213 (1732); *Éléments d'astronomie*, Paris, 1740, p. 525.

182. J. Schröter, Cythereographische Fragmente, Erfurt, 1792; Beobachtungen über die sehr beträchtlichen Gebirge und Rotation der Venus, 35, 1792. См. также: Aphroditographische Fragmente, Helmstedt, 1796, S. 65; Phil. Trans., p. 117 (1795).
183. J. Schröter, Beilage zu der Aphroditographische Fragmente, Göttingen; Von Zach, Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erde- und Himmelskunde, 25, 366.
184. J. Schröter, Phil. Trans., 336 (1792).
185. De Goimpy, J. des Scavans (January 1769).
186. Mairan, Mem. Acad. (1729).
187. J. Lalande, Astronomie, §§ 3219, 3122.
188. T. Hussey, M. N. R. A. S., 2, 78 (1832).
189. G. V. Schiaparelli, Rendiconti del R. Istituto Lombardo, 23. См. также: A. N., 2944; M. N. R. A. S., 51, 246; Ciel et Terre 11, 49, 125, 183, 214, 259.
190. L. Brenner, J. B. A. A., 6, 45 (1895); English Mechanic, 42, 88, 137. См. также: Obs., 19, 161.
191. L. Brenner, J. B. A. A., 7, 281 (1897).
192. А. А. Белопольский, А. Н., 152, 263. См. также: Nature (14th June 1900); J. B. A. A., 10, 334 (1900); Obs., 23, 225; Pop., Astr., 8, 290.
193. А. А. Белопольский, Изв. Пулковской обс. (1911); Comptes Rendus, 153, 15. См. также: J. B. A. A., 22, 60 (1911); Obs., 34, 316; Pop. Astr., 19, 503.
194. E. C. Slipher, A. N., 3891—3892 (1903); Lowell Obs. Bull., 1, No. 3, 9 (1903); См. также: J. B. A. A., 14, 41 (1903).
195. W. H. Pickering, J. B. A. A., 31, 218 (1921).
196. H. McEwen, J. B. A. A., 36, 191 (1925).
197. W. H. Steavenson, J. B. A. A., 36, 297 (1925).
198. W. H. Steavenson, J. B. A. A., 36, 301 (1925).
199. E. M. Antoniadi, J. B. A. A., 39, 88 (1929).
200. F. E. Ross, Ap. J., 68, 57 (1927); См. также: J. B. A. A., 38, 103 (1927); Pop. Astr., 492 (November 1927).
201. G. P. Kuiper, Ap. J. (November 1954). См. также: S. and T., 14, 131.
202. A. Dollfus, L'Astr., 69, 425 (1955).
203. J. D. Kraus, Nature, 178, 33, 103 (1956).
204. J. D. Kraus, Nature, 178, 159 (1956).
205. J. D. Kraus, Nature, 178, 687 (1956).
206. R. Hanbury Brown and A. C. B. Lovell, The Exploration of Space by Radio, London, 1957, p. 190.
207. R. S. Richardson, P.A.S.P., 70, 259 (1958).
208. R. S. Richardson, P.A.S.P., 70, 251—260 (1958); S. and T., 17, 547 (1958).
209. P. Moore, J.B.A.A., 63, 262 (1953).

Описание исследования Венеры радиоастрономическими методами, проведенного Краусом, содержится в статье, опубликованной в Proceedings of the I.R.E., 226 (January 1958).

В феврале 1958 г. исследователям в Лексингтоне удалось получить радиоэхо от Венеры. Отдельные импульсы невозможно было

различить, но существовала корреляция между посланной и принятой последовательностями импульсов, причем эта корреляция едва ли могла быть случайной. Сейчас ведутся дальнейшие исследования. См.: R. Prince, Science, 129, 751 (1959); The New Scientist, 5, 810 (1959).

К ГЛАВЕ X

210. Perrotin, Nature, 43, 22; 52, 660, См. также Comptes Rendus, 111, 542; 122, 395.
211. P. Lowell, M. N. R. A. S., 57, 148 (1897).
212. Lowell, A. N., No. 3823; Nature, 55, 421; 67, 67; 69, 424, 82, 260; J.B.A.A., 7, 87, 213, 315; Pop. Astr., 4, 281, 389; 11, 426; 12, 184; Obs., 20, 172, 208; 26, 398; 36, 308; Popular Science, 35, 521; разные номера Lowell Obs. Bull. См. также: Holden, P. A. S. P., 9, 92.
213. L. Brenner, Obs. (May 1897); J. B. A. A., 7, 408 (1897).
214. E. M. Antoniadi, J. B. A. A., 8, 45 (1897).
215. R. Barker, J. B. A. A., 42, 216 (1932).
216. R. Barker, J. B. A. A., 43, 159 (1933); 44, 302 (1934).
217. R. M. Baum, Urania, 229 (Barcelona, 1952).
218. O. C. Ranc, Strolling Astronomer, 8, 66 (1954).

К ГЛАВЕ XI

219. Venturi, Essai sur les ouvrages de Leonardo da Vinci, Paris, 1797, p. 11.
220. J. Riccioli, Almagestum Novum, Bononiae, 1651. См. также: C. Zenger, M. N. R. A. S., 43, 331 (1883).
221. R. M. Baum, J. B. A. A., 67, 242 (1957).
222. Nature, 14, 91, 131. См. также: A. N., No. 1586.
223. W. Derham, Astro-theology, Book V, Ch. I, London, 1714.
224. E. E. Barnard, Ap. J., 229 (1897).
225. Kirch, A. N., 17, 27 (1721).
226. A. Safarik, Rept. Brit. Assn. Adv. Sci., p. 404 (Bradford, 1873).
227. F. Hahn, Astr. Jahr., 188 (1793).
228. J. Schröter, Astr. Jahr. (1809). См. также: Beobachtungen des großen Cometen von 1807, Appendix, S. 66.
229. Harding, Astr. Jahr., 169 (1808).
230. F. Gruithuisen, Astr. Jahr., 158 (1842).
231. G. Jahn, Unterhaltungen im Gebiete der Astronomie, 9, 320 (1855).
232. Berry, M. N. R. A. S., 22, 158 (1862).
233. C. Prince, M. N. R. A. S., 24, 25 (1863).
234. W. Engelmann, A. N., 44, 223 (1865).
235. T. Petty, Astronomical Register, 6, 181 (1868).
236. Winnecke, A. N., 78, 236, 287. См. также: Nature, 14, 92.
237. A. Safarik, Rept. Brit. Assn. Adv. Sci., p. 404, Bradford, 1873. Über die Sichtbarkeit der dunkeln Halbkugel des Planeten

- Venus, опубликовано в книге: Sitzungsberichte der Böhmschen Gesellschaft der Wissenschaften, Prag, 1873, S. 243.
238. O. van Ertborn, Bull. de l'Académie Roy. des Sci. des Lettres des Beaux Arts de Belgique, 2 ser., 43, 20—24 (1877).
 239. C. Zenger, M. N. R. A. S., 37, 461—462, Suppl. 1877.
 240. T. W. Webb, Astronomical Register, 16, 76 (1878).
 241. C. Zenger, M. N. R. A. S., 43, 333 (1883).
 242. Lohse and Wigglesworth, M. N. R. A. S., 47, 495 (1887).
 243. H. McEwen, J. B. A. A., 6, 121 (1896).
 244. L. Brenner, A. N., No. 3332 (1895).
 245. J. C. Bartlett, Strolling Astronomer, 5, No. 12 (December 1951).
 246. C. S. Saxton, J. B. A. A., 38, 65 (1927).
 247. S. M. B. Gemmill, J. B. A. A., 5, 412 (1895). Хорошая сводка результатов.
 248. M. B. B. Heath, Vega, 1, 57 (1954). Журнал издавался в Честере с 1953 по 1956 г. под редакцией Баума; вышло два тома.
 249. R. Barker, J. B. A. A., 64, 60 (1954).
 250. Cm. W. Ley, Rockets, Missiles and Space Travel, London, 1951, p. 36.
 251. J. Rheinauer, Die Erleuchtung des Planeten Venus durch die Erde, Freiburg, 1859.
 252. H. Klein, Die Phosphoreszenz der Nachtseite der Venus, Anleitung zur Durchmusterung des Himmels, Braunschweig, 1880, S. 101.
 253. P. De Heen, De la lumière secondaire de Vénus, Bulletin hebdomadaire de l'Association Scientifique de France, 1 sér., XI, 278 (Paris, 1872).
 254. J. Houtgast, Nature, 175, 678 (1955); S. and T., 14, 419 (1955).
 255. J. Lamp, A. N., No. 2818 (1887).
 256. Н. А. Розырев, Изв. Крымской Астрофиз. об., 12, 169 (1954). См. также: S. and T., 15, 159 (1955); Vega, No. 31 (January 1955).
 257. В. Фесенков и А. Опарин, The Universe, Moscow, 1954, p. 217 (на англ. яз.).
 258. J. B. A. A., Report of the Mercury and Venus Section, 68 (1958). Интересны работы о пепельном свете: R. Cheveau, L'Astr., 47, 13 (1933); M. V. Tschernov, Gas. Astr., 19, 128 (1932); A. Barbier, L'Astr., 48, 289 (1934); A. Danjon, Sur la prétendue lumière cendrée de Vénus, L'Astr., 48, 370 (1934); Antoniad, L'Astr., 48, 401 (1934); A. Michaeli, L'Astr., 49, 173 (1935); A. Barbier, L'Astr., 49, 264 (1935); 50, 27 (1936).

Недавно Ньюкирк получил на высокогорной обсерватории Колорадского университета спектр неосвещенной части диска Венеры. В спектре, полученном с низкой дисперсией и короткой экспозицией, видны эмиссионные линии у 4415 и 4435 Å, что согласуется с данными Козырева [256]. Возможно, что имеется еще одна эмиссионная линия около 4505 Å. Существование прочих эмиссионных линий, открытых Козыревым, не подтверждено Ньюкирком. Нью-

кирк считает, что неизвестно, принадлежат ли линии в спектре темной стороны Венеры свечению ночного неба этой планеты или ее полярным сияниям. См.: G. Newkirk, The Airglow of Venus, Planetary and Space Science, 1, 32 (1959); Trans. I. A. U., vol. X, 1960, p. 251.

К ГЛАВЕ XII

259. F. Fontana, Novae coelestium terrestriumque rerum observationes, tract. V, Naples, 1646.
260. J. Short, Phil. Trans., 41, 646.
261. Mayer, Astr. Jahr. (1788); T. W. Webb, Nature, 14, 193.
262. A. Scheuten, Astr. Jahr., 186 (1778); T. W. Webb, Nature, 14, 193; W. T. Lynn, Obs., 10, 73 (1887).
263. T. W. Webb, Nature, 14, 193; Lynn, Obs., 10, 73 (1887); J. Ashbrook, S. and T., 13, 333 (1954).
264. Baudouin, Mémoire sur la découverte du satellite de Vénus, et sur les nouvelles observations qui viennent d'être faites à ce sujet, Paris, 1761. См. также: Dictionnaire de Physique, Paris, 1789.
265. J. Lambert, Mem. Acad. Berlin, 1733, S. 222.
266. M. Hell, Ephemerides astronomicae ad meridianum vindobonensem calculis definitae, 1766, 37 (Vindobonae).
267. Bosovich, Dissertationes quinque ad diptricam pertinentes, 1767 (Vindobonae).
268. Von Zach, Monatliche Correspondenz zur Beforderung der Erde- und Himmelskunde, 24, 494 (1811).
269. Bertrand, J. des Savants, Paris, 456 (1875).
270. F. Schorr, Der Venusmond, Braunschweig, 1875. См. также [263].
271. P. Stroobant, Mem. de l'Acad. de Bruxelles, No. 5 (1887). См. также: A. N., No. 2809 (1887); Nature, 35, 503, 543; Ciel et Terre, 8, 332 (1887).
272. E. E. Barnard, A. N., 172, 25, 207 (1906); 173, 315 (1907).
273. J. Ashbrook, S. and T., 15, 356 (1956).

Дополнительно по вопросу о мнимом спутнике см.: Smyth, Cycle of Celestial Objects, Prolegomena, vol. I, London, 1844, p. 109; T. Dick, Celestial Scenery, London, 1837, p. 113—119; J. C. Houzeau, Le satellite problematique de Vénus, Ciel et Terre, 5, 121 (1884); H. P. Wilkins, Mysteries of Space and Time, London, 1955, p. 117—119.

К ГЛАВЕ XIII

274. J. Meus, J. B. A. A., 68, 98 (1958).
275. C. Tombaugh, Astron. J., 55, 184 (1950).
276. Kepler, Admonitio ad Astronomos rerumque Coelestium Studiosos de Miris Rarisque anni 1631 Phaenomenis, Veneris puta et Mercurii in Solem incursu, Lipsiae, 1629.

277. Gassendi, Mercurius in Sole visus, Paris, 1632; Opera omnia, IV, Lugduni, 1658.
278. Whetton, Memoir of Horrocks, p. 109.
279. L. A. Sédillot, Prolégomènes des tables d'Ouloug Beg, I, p. xviii, Paris, 1849.
280. Horrocks, Venus in Sole visa, содержится в книге: Nevelius, Mercurius in Sole visus, Gedany, 1662. См. также: S. B. Gaythorpe, J. B. A. A., 47, 60 (1936), где дано хорошее описание наблюдения прохождения Хорроксом.
281. Halley, Phil. Trans., 511 (1691). См. также: W. T. Lynne, Obs., 5, 175 (1882).
282. J. Encke, Der Venusdurchgang von 1769, Gotha, 1824. По этим двум прохождениям получено много других значений, см., например: Hornsby, Phil. Trans., 494 (1763); Short, Phil. Trans., 340 (1763); Pingré, Histoire de l'Académie des Sciences, avec les mémoires de mathématique et de physique, 32 (1765); 419 (1772); Audiffredi, Investigatio parallaxis Solis, Rome, 1765; Planman, Phil. Trans., 127 (1768); Euler, Novi commentarii Academiae scientiarum Petropolitanae, 14, ser. II, 518 (1770); Hornsby, Phil. Trans., 579 (1771); Lalande, Histoire de l'Académie des Sciences, avec les mémoires de mathématique et de physique, 798 (1771); Williamson, Trans. of the American Phil. Soc., Philadelphia, 1, 71 (1789); Planman, Abhandlungen der Swedischen Akademie der Wissenschaften, Leipzig, 183, 358 (1772); Lexell, Novi commentarii Academiae scientiarum Petropolitanae, 17, 609 (1773); Hell, De parallaxi Solis ex observationibus transitus Veneris anni 1769, Vienna, 1773; Duséjour, Histoire de l'Académie des Sciences avec les mémoires de mathématique et de physique, 330 (1781); 289 (1783); Wallot, Phil. Trans., 328 (1784); Laplace, Conn. des Temps, 12, 496 (1804); Delambre, Astronomie, vol. III, 506; vol. I, p. xlv; Encke, Die Entfernung der Sonne von der Erde, Gotha, 1882; Powalky, Neue Untersuchungen des Venusdurchgang von 1769, Kiel, 1864; Conn. des Temps, 22 (1867).
283. J. A. Chaldescott, New Scientist, 4, 585 (1958) и личная переписка.
284. R. S. Whipple, Proceedings of the Optical Convention of 1926, Part 2, p. 511—514.
285. H. C. Sorby, Nature, 10, 148.
286. Имеется так много описаний прохождений 1874 и 1882 гг., что их трудно перечислить. Ценны две книги: R. A. Proctor, Transits of Venus; Studies of Venus Transits in 1874 and 1882. Можно назвать следующие заметки в журналах: Airy, M. N. R. A. S., 24, 173; Стопе, там же, 28, 255 (о прохождении 1769 г.); 29, 33, 43, 45—48, 210—211, 249—250, 305—306, 332 и др.; Тепант, там же, 35, 345; Nature, 5, 177, 370; 6, 69, 81, 110, 228, 423, 460, 494; 7, 109, 129, 169, 271, 371, 431, 451; 9, 117, 183, 230, 350, 389, 403, 447, 452, 487; 10, 11, 27, 33, 49, 66, 73, 86, 114, 151, 158, 172, 190, 426, 449; 12, 256; 15, 48; 16, 144; 17, 1, 69, 392, 507; 18, 221 (фотографии); 23, 231, 388;

- 24, 41; 25, 137, 242, 493, 505; 26, 102, 185, 223, 269, 329, 352, 446, 584, 636; 27, 112—114, 132, 154—159, 177, 179, 180, 197, 208, 246, 253, 266, 284, 483, 539, 541; 28, 90, 377; 31, 254; 37, 253; 38, 600; 39, 87; 48, 447; Obs., 1, 148, 150, 166, 290; 5, 59; 171, 237, 300, 313, 315, 378; 6, 16, 18, 24, 57, 59, 93, 188, 194, 305; 7, 81, 212; 8, 134; 10, 301, 366; 11, 132; 12, 123; 16, 367. См. также Die Venus-Durchgänge, 1874, 1882, 5 vols., Berlin, 1887—1898; F. Schorr, Der Vorübergang der Venus von der Sonnenschreiber, Braunschweig, 1873; A. Auwers, Bericht über die Beobachtung des Venus-Durchgangs, Berlin, 1878; G. Airy (editor), Account of Observations of the Transit of Venus, 8th December 1874, London, 1881; S. Newcomb, Observations of the Transit of Venus, 8—9 December 1874, Washington, 1880.
287. C. Whitmell, J. B. A. A., 24, 170 (1913).
288. P. Moore, Guide to the Moon, 3rd edition, London, 1957, p. 84—104.
289. J. B. A. A., 44, 253 (1934).
290. J. Ashbrook, S. and T., 16, 68 (1956).
291. J. Bevis, Phil. Trans., 41, 630, на латинском языке. См. также: A. C. D. Crommelin, J. B. A. A., 7, 66 (1896); Ashbrook см. [290].
292. Simonelli, Scientiae Eclipsium, 4, 147.
293. J. J. Cassini, Historie de l'Académie Royal, Paris, 1737, p. 383.
294. См. также: S. J. Johnson, J. B. A. A., 7, 142 (1896).
295. I. Yamamoto, J. B. A. A., 38, 121 (1928).
296. B. S. A. F. (September 1910); A. N., 185, 303 (1910); J. B. A. A., 21, 64 (1910).
297. Thiele, P. A. S. P., 30, 166 (1918).
298. W. H. Haas, Strolling Astronomer, 2, No. 5 (1948). См. также: J. G. Porter, J. B. A. A., 58, 226 (1948).
- 298a. D. H. Menzel and G. de Vaucouleurs, Astron. J., 65, 351 (1960).

Интересные замечания о покрытии Регула Венерой в 885 г. н. э. см. в книге: Delambre, Astronomie du Moyen Age, p. 76. См. также: J. R. Hind, M. N. R. A. S., 34, 105 (1874).

К ГЛАВЕ XIV

299. F. Fontana, Novae coelestium terrestriumque rerum observationes, Naples, 1646, p. 92.
300. P. La Hire, Mém. de l'Académie des Sciences, Paris, 296 (1700).
301. J. Schröter, Phil. Trans., 82, 337 (1792).
302. W. Herschel, Phil. Trans., 83, 201 (1793).
303. J. Schröter, Phil. Trans., 85, 117 (1795).
304. P. Moore, Guide to the Planets, 2nd edition, London, 1957, p. 46.
305. P. Moore, J. B. A. A., 63, 262 (1953).

306. A. A del, *Ap. J.*, 86, 337 (1937); сб. «Атмосферы Земли и планет», стр. 306.
307. R. Wildt, *Ap. J.*, 91, 226 (1940).
308. G. Herzberg, *J. R. A. S. C.*, 45, 100 (1951).
309. Н. А. Козырев, *Изв. Крымской астрофиз. общ.*, 12, 177 (1954).
310. S. and T., 15, 435 (1956).
311. F. E. Ross, *Ap. J.*, 68, 57 (1928); McEwen, *J. B. A. A.*, 39, 52 (1928).
312. Г. Спенсер Джонс, *Жизнь на других мирах*.
313. D. H. Menzel and F. L. Whipple, *P. A. S. P.*, 67, 161 (1955).
314. W. H. Pickering, *J. B. A. A.*, 36, 303 (1926).
315. H. Jeffreys, *J. B. A. A.*, 31, 307 (1921).
316. F. Hoyle, *Frontiers of Astronomy*, London, 1955, p. 70—71.

Недавно Бартлетт (*Strolling Astronomer*, 12, 123—135, 1959) обсудил вопрос о впадинах на терминаторе, видимых вблизи шапок на концах серпа, и пришел к выводу, что «с некоторой определенностью можно сказать лишь, что обе впадины, по-видимому, представляют собой либо затененные низины, либо тени от находящихся поблизости возвышенностей». Я совершенно не согласен с такой гипотезой.

По вопросу о горах на Венере см.: Н. С. Urey, «Les molécules dans les astres», communications présentées au septième Colloque International d'Astrophysique tenu à Liège, 12—14 July 1956, Liège 1947, p. 160. Юри пишет: «Следует ожидать, что горообразование должно быть связано с источниками энергии внутри планеты, например, с радиоактивным разогревом и образованием ядра планеты. Энергия этих источников уменьшается со временем и таким образом должен затухать и процесс горообразования. Кроме того, чем меньше планета, тем слабее процессы, приводящие к горообразованию, и тем скорее они будут затухать. Следовательно, на Луне никогда не могут возникнуть вулканы или горы земного типа. Вероятно, это справедливо и для Марса. Возможно, что в прошлом на Венере могли возникнуть такие горы, но они должны были еще в отдаленном прошлом совершенно разрушиться вследствие эрозии, и, может быть, только Земля обладает достаточными размерами, чтобы поддерживать горообразование до настоящего времени». Однако следует добавить, что Венера очень мало отличается от Земли по размерам и массе.

К ГЛАВЕ XV

317. H. Shapley, *Of Stars and Men*, London, 1958.
318. C. E. Housden, *Is Venus Inhabited?* Longmans, Green, London, 1915.
319. *Nature*, 96, 340 (1915).
320. F. W. Henkel, *J. B. A. A.*, 19, 362 (1909); *Knowledge* (June 1909).
321. G. Zech, *J. B. A. A.*, 32, 225 (1922).

322. C. G. Abbot, *J. B. A. A.*, 30, 198 (1920); *English Mechanic* (5th March 1920).
323. H. Urey, *The Planets*, Oxford, 1952, p. 149.
324. H. Urey, *The Planets*, Oxford, 1952, p. 222.
325. Г. А. Тихов, *J. B. A. A.*, 65, 200 (1955).

К ПРИЛОЖЕНИЯМ

326. Fritsch, *Astr. Jahr.*, 214 (1804).
327. Di Vico, *Memoria intorno a parecchie osservazioni fatte nella specola dell'Università gregoriana in Collegio Romano*, 32 (1840—1841); 31 (1843); 29 (1849); 140 (1850). См. также: A. N., 404; *Nature*, 13, 512.
328. W. F. Denning, *M. N. R. A. S.*, 42, 109. См. также: *J. R. A. S. C.*, 9, 285.
329. Perrotin, *Comptes Rendus*, 111, 542; 122, 395. См. также: *Bull. de la Soc. Belg. d'Astr.*, 1, 109 (1896).
330. Terby, *Bull. Belg. Acad. Sci.*, 12 (1891). См. также: *J. B. A. A.* 1, 283.
331. Niesten and Stuyvaert, *Bull. Belg. Acad. Sci.*, 21, 452 (1891). См. также: *J. B. A. A.*, 2, 16; *Obs.*, 14, 290; *Ciel et Terre*, 12, 217 (1891).
332. Löschart, *Nature*, 45, 210. См. также: *J. B. A. A.*, 2, 202.
333. Trouvelot, *Observations sur les planetes Vénus et Mercure*, *B. S. A. F.*, 6, 61 (1892). См. также: *J. B. A. A.*, 2, 402.
334. C. Flammarion, *Comptes Rendus*, 17, 354 (1894). См. также: *J. B. A. A.*, 5, 133; *Obs.*, 17, 354.
335. Cerulli, A. N., 3329.
336. Mascari, A. N., 3329; *Ap. J.*, 3, 226. См. также: *J. B. A. A.*, 6, 229.
337. G. V. Schiaparelli, A. N., 3304.
338. Tacchini, *Mem. Spettro. Italiani*, 25, 93; *Nature*, 53, 306.
339. A. Stanley Williams, A. N., 3300.
340. W. Villiger, A. N., 3332.
341. H. McEwen, *J. B. A. A.*, 22, 147.
342. Fontseré, A. N., 143, 357.
343. L. Rudaux et G. Fournier, *B. S. A. F.*, 13.
344. Klein, *Jahrbuch der Astronomie*, 1900.
345. А. С. Васильев, *Записки Имп. Академии наук*, сер. VIII, т. XI, № 2.
346. Arendt, A. N., No. 3803, 175. См. также: *J. B. A. A.*, 13, 41.
347. Stefanik, *J. R. A. S. C.*, 2, 7.
348. Harg, *Gaz. Astr.*, No. 3. См. также: *J. B. A. A.*, 18, 261.
349. Schoy, *Gaea*, 45.
350. Perqueriaux, *B. S. A. F.*, 23.
351. Belot, *Comptes Rendus*, 153.
352. S. Bolton, *J. B. A. A.*, 22, 145.
353. Majert, *Mitt. der V. A. P.*, 23.
354. Rabe, A. N., Bd. 200.
355. S. Maxwell, *J. B. A. A.*, 26, 158.

356. W. F. A. Ellison, J. B. A. A., 26, 209.
357. C. E. Housden, J. B. A. A., 26, 270.
358. D. H. Wilson, Pop. Astr., 24.
359. H. E. Lau, A. N., 205.
360. Evershed, Kodaikanal Report, 1919. См. также: J. B. A. A., 30, 229.
361. Jarry-Desloges, Observations des surfaces planétaires, 1933, Fasc. VIII.
362. H. Kaul, Physikalische Zeitschrift, Apr. 15, 1922. См. также: J. B. A. A., 32, 323.
363. W. Sandner, Vega, 1, 37.
364. J. G. Yanes, Ley acerca des las rotaciones planetarias, 1922.
365. A. Rordame, J. B. A. A., 33, 59; Pop. Astr., 30, 137; Nature, 109, 592 (1922).
366. A. Fock, A. N., 221, 95.
367. Nicholson and St. John, J. B. A. A., 35, 263; W. S. Adams, Carnegie Inst. (Washington) Yearbook, 22, 192 (1924); Ap. J., 56, 380.
368. Н. П. Шанин, Мироведение, 160; Pop. Astr., 36, 49.
369. Н. П. Шанин, Мироведение, 17; Pop. Astr., 36, 565.
370. Jarry-Desloges, Comptes Rendus, 187.
371. Н. П. Санютин, L'Astr., 46, 145.
372. E. P. Martz, Himmelswelt, 44, 62; Pop. Astr., 41, 528.
373. E. M. Antoniadis, J. B. A. A., 44, 341.
374. W. W. Spangenberg, A. N., Bd. 252, 261.
375. W. H. Haas, Pop. Astr., 47, 574.
376. L. Romani, L'Astr., 54.
377. Phocas, Transactions of the International Astronomical Union, vol. VII, 1950, p. 161.
378. Schirdewahn and Schwartz, Die Sternwelt, No. 1 (1950).
379. В. В. Волков, Бюлл. ВАГО, № 5 (12), 1949.
380. H. Le Vaux, Strolling Astronomer, 5, No. 6 (1951).
381. J. C. Bartlett, Strolling Astronomer, 6, No. 2 (1952).
382. G. D. Roth, Die Sterne, 163 (1953).
383. M. Kutscher, Mitteilung der Planetenbeobachter, 1954.
384. A. Dollfus, L'Astr., 69, 418.

П. М у р

ПЛАНЕТА ВЕНЕРА

Редактор *Р. Г. Шнейдер*
Художник *М. В. Борисова-Мусатова*
Художественный редактор *Е. И. Подмарькова*
Технический редактор *Л. М. Харьковская*
Корректор *Н. В. Серегин*

Сдано в производство 3/III 1961 г.
Подписано к печати 26/IV 1961 г.
Бумага $84 \times 108^{1/2} = 2,4$, бум. л. 8 печ. л.,
в т/ч вкл. 4. Уч.-изд. л. 7,6. Изд. № 27/0342.
Цена 49 к. Заказ 1535.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва, 1-й Рижский пер., 2

Первая Образцовая типография
имени А. А. Жданова
Московского городского совнархоза.
Москва, Ж-54, Валуевская, 28.